Ueber das

Hemmungscentrum des Froschherzens

und sein Verhalten

in Hypnose und Shock

INAUGURAL-DISSERTATION

der

medicinischen Fakultät

der

KAISER-WILHELMS-UNIVERSITÄT STRASSBURG

zur

ERLANGUNG DER DOCTORWÜRDE

vorgelegt von

MAX E. G. SCHRADER.

approb. Arzt

aus Stolp in Pommern

STRASSBURG,

Universitäts-Buchdruckerei von J. H. Ed. Heitz

(Heitz & Mündel)

1886.

Gedruckt mit Genehmigung der medicinischen Facultät der Universität Strassburg.

Referent: **Prof. Dr. Goltz.**

SEINEN VEREHRTEN LEHRERN

HERRN GEHEIMRATH PROFESSOR Dr N. LIEBERKÜHN

UND

HERRN PROFESSOR Dr G. WAGENER

ZU MARBURG

IN DANKBARER ERINNERUNG

GEWIDMET.

I.

Vagus und Herz.

Geschichtlicher Ueberblick.

Die Grundthatsache der Physiologie der Herzinnervation, der diastolische Stillstand des Herzens auf Vagusreiz wurde im Jahre 1845 vor der Versammlung italienischer Naturforscher von den Gebrüdern Eduard und Ernst Heinrich Weber[1] zuerst demonstrirt. Sie stellten fest: „Dass die galvano-magnetische Reizung desjenigen Theils des Gehirns, von welchem die Vagi entspringen, oder der Vagi selbst, das Herz in Erschlaffung versetzt, das Tempo der rhythmischen Bewegung des Herzens verlangsamt und sogar das Herz zum Stillstand bringt; dass dagegen die gleiche Erregung der an der Aorta-Zwiebel gelegenen sympathischen Geflechte die Bewegung wiedererweckt, beschleunigt und verstärkt."

Mit dieser Entdeckung und der fast gleichzeitigen Auffindung der Gangliengruppen in dem Herzen 1844 durch Remack[2] am Kalb, 1848 durch C. Ludwig[3] am Frosch, wurde seit 100 Jahren der erste bedeutende Fortschritt auf diesem Gebiete der Physiologie gemacht, wurden die Grundpfeiler errichtet für den jetzt so umfangreichen Ausbau der Lehre von der Herzinnervation.

Seit der Zeit der Alleinherrschaft Hallers hatte die Herzbewegung dauernd den Brennpunkt des physiologischen Interesses gebildet. Seit Volta und Galvani hat eine ganze Reihe von Forschern die electrische Reizung auf die Herznerven angewandt, ohne durchschlagende Resultate (Volta, Fowler, A. v. Humboldt, Burdach, Budge, Volkmann, Pommer, Valentin). Das Räthsel blieb ungelöst und als die Gebrüder Weber die Lösung zum guten Theil fanden, — war es ein Gelegenheitsfund, gemacht bei den berühmten Untersuchungen beider Autoren zur Prüfung der Lehre Hallers von dem Ablauf der Muskelkontraktion. Die Entdecker begriffen aber sofort die fundamentale Art ihres Fundes und erbauten auf Grund desselben ihre neue einheitliche Theorie der Herzbewegung.

Die principielle Bedeutung der in Rede stehenden Entdeckung giebt ihrer Geschichte ein besonderes Interesse, und da immer wieder von Zeit zu Zeit die Versuche erneuert wurden, die Priorität der Beobachtung einem anderen zuzuschreiben, sei es gestattet, kurz auf diese Frage hier einzugehen.

Budge[4] veröffentlichte 1846 in seiner Arbeit über die Abhängigkeit der Herzbewegung von Gehirn und Rückenmark die gleiche Entdeckung, doch übersah er den wichtigen Punkt, dass der Herzstillstand in Diastole erfolgt. Er hält denselben für tetanisch, hervorgerufen durch die starke Reizung des motorischen Herznerven, als welchen er den Vagus auffasst. Für ihn ist also die Ruhe des Herzens eine Täuschung: das Herz scheint stillzustehen, wie das Rad zu ruhen scheint in stärkster Rotation.

Es kann heute kein Zweifel mehr sein, dass die Zeit der Veröffentlichung den Gebrüdern Weber den Ruhm der Priorität sichert; dagegen ist anzuerkennen, dass Budge im Lauf einer speciell auf die Ergründung der Herzinnervation gerichteten Untersuchung gleichzeitig und unabhängig die gleiche Beobachtung gemacht, aber falsch gedeutet hat. In dem Prioritätsstreit, wie in so vielen anderen, überrascht die Wahr-

nehmung, wie unzugänglich die Betheiligten dem einfachen Gedanken gegenüber sind, dem Goethe einst in ähnlicher Lage den schönen Ausdruck verlieh: „In der Zeit, die dafür reif geworden, ziehen gewisse Gesinnungen und Gedanken in der Luft umher, so dass Mehrere sie fassen können. Auch in verschiedenen Gärten fallen reife Früchte zu gleicher Zeit vom Baum.“

Von französischer Seite hat man die Entdeckung Cl. Bernard vindiciren wollen. Derselbe sah jedoch den Herzstillstand auf Vagusreiz erst 1846 nach seinem eigenen Zeugniss, und zwei Jahre später veröffentlichte er eine Arbeit eines seiner Schüler darüber[5], die keine neue Beobachtung enthält. Er kann also ernstlich um den Lorbeer nicht concurriren.

Endlich haben neuerdings Pagliani[6] und Schiff[7] den Versuch gemacht, für Galvani die Ehre der Entdeckung in Anspruch zu nehmen.

Es handelt sich dabei um eine Notiz in dem Versuchsjournal Galvani's vom Jahre 1778, welche sich zuerst gedruckt findet in der Gesammtausgabe der Werke Galvani's von 1841[8], p. 12. 14. Hier wird erwähnt, dass auf mechanische Läsionen, Nadelstiche, Durchschneidungen des oberen Theils des Rückenmarks diastolischer Herzstillstand erfolgt sei. Es hat Galvani also nicht, wie Schiff und Pagliani annehmen, electrisch die Medulla gereizt, ja es datiren die in Rede stehenden Angaben, wie Cadet und Eckhard[9] nachgewiesen, aus der Zeit vor der Entdeckung der thierischen Electricität (1791). Da nun Galvani und seine Schüler, so weit bisher bekannt, jene Versuche weder später wiederholt, noch auch irgendwie theoretisch verwerthet haben, so fehlt jede Berechtigung auf jene Notiz hin Galvani zum Entdecker der Vaguswirkung zu erklären. Nicht einige gelegentliche Beobachtungen, sondern der Nachweis einer Erscheinung als einer constanten Function bestimmter Bedinungen charakterisiren die physiologische Entdeckung. Galvani beobachtet bei seinen Versuchen in der Hälfte Herzstillstand, in den anderen, schein-

bar gleichen, nicht. — Er fand dafür keine Erklärung, es gelang ihm nicht, die Versuchsbedingungen festzustellen, die das Resultat sichern und deshalb blieb es bei dem Ansatz zu einer Entdeckung, die erst 70 Jahre später gemacht wurde.

Noch deutlicher zeigt das Beispiel Volkmann's, wie gross der Unterschied ist zwischen Beobachtung und Fixirung einer physiologischen Thatsache. 1838 sah dieser ausgezeichnete Forscher nach Vagusreizung einige Male Herzstillstand oder Verlangsamung des Pulses [10]. Er wagte es jedoch nicht eine bestimmte Ansicht darauf zu gründen, ja 1842 macht er ausdrücklich auf die Unzuverlässigkeit der angewandten Methode aufmerksam und warnt vor Schlüssen aus den Versuchen [11].

Demnach nennt mit Recht die Geschichte der Physiologie die Gebrüder Weber und Budge die Entdecker des Herzstillstandes auf Vagusreiz. Budge überzeugte sich gleich nach dem Erscheinen der Arbeit der Gebrüder Weber davon, dass das Herz in Diastole ruhe, im Uebrigen aber hielt er seine toto genere verschiedene Auffassung fest.

Scharf und bestimmt fassen die Gebrüder Weber den diastolischen Herzstillstand als specifische Function des N. vagus auf. „Die Frfahrung, dass der Reiz eines Nervenpaares nicht die Contraction, sondern die Erschlaffung der Muskelfasern bewirkt, ist neu und zeigt eine bis jetzt noch nicht geahnte Art der Nerventhätigkeit [12]." Dieselbe wird aber verständlich durch die Auffasung des N. vagus als „intracentraler Nerv", welcher Erregungen vermittelt zwischen Medulla oblongata und den nervösen Herzcentren, als welche die sympathischen Plexus mit ihren Ganglien angesprochen werden. Die rhythmische Herzbewegung wird veranlasst durch die automatische Thätigkeit dieser Centralorgane, in deren Ablauf die Vagusreizung eine „Hemmung setzt". Der Mechanismus wird vorgestellt wie ein aufgezogenes Uhrwerk, an welchem Vagusreiz einen Hebel senkt, der das Ablaufen verhindert.

Die specifische Function des Vagus ist demnach die Hemmung der automatisch abfliessenden motorischen Reize der

nervösen Herzcentren. Das besagt die „Hemmungstheorie“ wie sie die Gebrüdet Weber[13] aufgestellt und Volkmann in seiner Haemodynamik[14] sie Budge gegenüber vertheidigt und weiter ausgebildet hat.

Auf die Auffassung Budge's dagegen führt sich die „Erschöpfungstheorie“ zurück, wie sie Schiff und Moleschott noch lange festgehalten. Budge konnte gar nicht einen ähnlichen Erklärungsweg einschlagen wie die Gebrüder Weber, weil er die Grundvoraussetzung derselben, die centrale Natur der Ganglien, seit lange bekämpfte. Es stand für ihn mit dogmatischer Gewissheit fest: „die Herzganglien sind nicht Centralorgane der Bewegung, sie unterhalten sie nicht, sie begründen nicht ihren Rhythmus.“

Die Lehre Bichat's[15] von der centralen Natur des Sympathicus war damals noch Gegenstand lebhafter Controversen. Weil sie noch nicht durch das Experiment zur Gewissheit erhoben war, weil alle Gründe für dieselbe noch anfechtbar waren, verwarf Budge[16] sie ganz. Anders Joh. Müller[17]. Obwohl er selbst den anatomischen Zusammenhang zwischen dem Sympathicus und den cerebrospinalen Nerven mit zuerst demonstrirte und so die Bichat'sche Lehre von der Unabhängigkeit beider Nervensysteme von einander widerlegte, erkannte er andererseits die centrale Natur der Ganglien an, nicht als erwiesene Thatsache, sondern als Postulat des wissenschaftlichen Denkens. Es ist dies eine der wenigen Gelegenheiten, wo der Begründer der exacten Experimental-Physiologie es wagt, den sicheren Boden der Thatsache zu verlassen und eine Entdeckung zu fordern; gewissermassen die Probe zu machen auf die Richtigkeit der bisher errungenen Anschauungen: „Die Vorstellung von einem blossen Einlagern der Ganglienkugeln zwischen die Nervenfasern als Belegmasse ist für die Nervenphysik unbefriedigend. Der Verstand postulirt einen tieferen Zusammenhang.“ Die Folgezeit hat das Postulat erfüllt, wenigstens nach der anatomischen Seite hin. Die Physiologie der Ganglienzellen allerdings ist

noch immer ein Eden für die mehr oder weniger wissenschaftliche Speculation.

Weber und Volkmann adoptirten vollkommen diesen Standpunkt. Budge im Gegensatz zu ihnen versuchte die Herzbewegung abzuleiten aus der anatomischen Anordnung der Muskelfasern, welchen Reize zugetragen werden durch ihren motorischen Nerv, den Vagus, der vor den motorischen Nerven der Scelettmuskeln sich nur auszeichnet durch eine weit grössere Reizempfindlichkeit, so dass eine electrische Erregung, welche bei diesen eine Contraction auslösen würde, bei jenem schon durch „Erschöpfung" eine Paralyse erzeugt.

Diese „Erschöpfungstheorie" haben dann Schiff und Moleschott mit ihren Schülern bis zum Jahre 1876 verfochten, hauptsächlich gestützt auf die Thatsache, welche Schiff[18] fand, die aber in Deutschland lange nicht bestätigt werden konnte, dass unter gewissen äusseren Bedingungen ganz schwache electrische Reizung des Froschvagus den Herzschlag beschleunige.

Erst in unseren Tagen ist es gelungen, auf einem weiten Umweg beide Theorien zur Vereinigung zu bringen. Zuerst durch den ganz unabhängig von den Vorkämpfern beider Ansichten geführten Nachweis von der Existenz Herzschlag beschleunigender Fasern neben dem Hemmungsnerven bei Säugethieren, dann in jüngster Zeit durch die Auffindung gleicher Fasern auch beim Frosch.

Weder Weber[13] noch Volkmann[19] noch Budge[20] noch auch Heidenhain[21] vermochten durch Reizung des Sympathicusstammes irgend eine Wirkung auf das Herz zu erzielen, deshalb wurden beide Theorien ohne Rücksicht auf denselben ausgebildet; der Vagus erschien als der einzige Herznerv.

Erst ein Jahrzehnt später wurden durch die Arbeiten von Bezold[22], M. u. E. Cyon[23], Schmiedeberg[24], Böhm[25] bei Säugethieren unzweifelhaft accelerirende Herznervenfasern neben den hemmenden nachgewiesen, welche dem Sympathicus zu entstammen schienen.

Für den Frosch wurde die gleiche Entdeckung von pharmakologischer Seite gemacht. Schmiedeberg[26] sah, dass mit Nicotin vergiftete Frösche auf Vagusreiz Herzbeschleunigung zeigen. An diese Untersuchung schloss sich eine grosse Reihe anderer an, welche die Lehre von den Herzgiften zu einem sehr ausgedehnten Gebiet gemacht haben. Während so die deutschen Forscher im Froschvagus accelerirende Fasern anzuerkennen gezwungen waren, überzeugte sich Schiff durch eigene Versuche mit Atropin von der Existenz der hemmenden und nahm 1876 öffentlich Abschied von der „Erschöpfungstheorie“[27]. In den letzten Jahren wurde ihm endlich die Befriedigung zu Theil, auch direkt seine Reizversuche von deutscher Seite durch Heidenhain[28] und Löwit[29] bestätigt zu erhalten. Der Letztere fand, dass, wie das Nicotin allein die hemmenden Vagusfasern unwirksam macht, ganz analog langdauernde electrische Bearbeitung und jeder beginnende Absterbeprozess immer zuerst die hemmenden Fasern ausschalten. Durch Aufpinseln verschiedener differenter Stoffe auf den Froschvagus vermochte er das Verschwinden der Hemmungswirkung an der lädirten Stelle durch alle Stadien zu verfolgen. Falls sich die Angaben von Löwit im ganzen Umfange bestätigen, so finden dadurch die Versuche von Schiff ihre befriedigende Erklärung und der Lehre von Weber steht kein experimenteller Befund mehr entgegen, der Vagus ist Hemmungsnerv aber beim Frosch nur in einem Theil seiner Fasern, die andern sind Acceleratoren. Bei Säugern besteht das Herzgeflecht ebenfalls aus beiden physiologischen Faserngattungen, in bei Gattungen, Species, ja auch Individuen wechselnder Anordnung.

Auch die von Weber und Volkmann mehr erschlossene als experimentell erwiesene centrale Natur der Herzganglien hat die Folgezeit sicher gestellt. Hierzu den ersten Anstoss gegeben zu haben ist das Verdienst der Versuche von Stannius[30], welche die Wirkung der einzelnen Gangliengruppen isolirt zu beobachten lehrten.

Prinzipiell von grosser Bedeutung ist, dass Volkmann[31], der in seiner Haemodynamik ein grosses physiologisches Gebiet der rein physikalischen Auffassung zugänglich macht und damit der Lehre vom „specifisch vitalen" entzieht, doch in der „Autonomie" der Herzcentren dem Dogma von der Lebenskraft einen versteckten Schlupfwinkel eröffnet: „Die Selbständigkeit, welche die belebten Körper von den unbelebten unterscheidet, beruht darauf, dass sie einen Complex von Bedingungen enthalten, welcher ein in sich selbst mobiler ist, und Kräfte entwickelt, die sich wechselseitig und auch ohne Anlass von aussen verschiedentlich bedingen."

Den Ausgangspunkt für diese specifische Vaguswirkung hat man seit ihrer Entdeckung in die Medulla oblongata verlegt, und hier ein automatisch thätiges Centrum für die Hemmung der Herzbewegung angenommen, welches als Antagonist dem intracentralen Centrum gegenüber gestellt wurde. Beide Centren waren mit einer Autonomie im Sinne Volkmann's ausgestattet. Die physiologische Herzthätigkeit wurde aufgefasst als Interferenzerscheinung der von beiden Centren constant abfliessenden Erregungen.

Bis in die neueste Zeit wird der Ausgleich der beiden entgegengesetzten Kräfte in den Herzganglien gesucht. Joh. Müller, Volkmann und Gebr. Weber nahmen an, dass die Vagusreizung einen Widerstand dem Ablauf der in den Ganglien entstehenden motorischen Erregung entgegensetzte. Besonders klar äussert sich J. Müller über diesen Punkt. Er nimmt an, dass die sympathischen Ganglien sich dem nervösen Fluidum gegenüber verhalten wie Halbisolatoren, während die Nervenfasern Leiter desselben seien. Aus dieser Annahme fliesst unmittelbar eine einfache Vorstellung von der Art, wie durch die Ganglien das rhythmische Abströmen der Erregungen zu Stande kommt und wie der Vagus hemmend wirkt, einfach dadurch, dass er die isolirende Eigenschaft der Ganglien erhöht. Damit ist der Kernpunkt der „Widerstandstheorie" klar ausgesprochen, wie sie v. Bezold[32] und Rosenthal[33] später ausgebaut haben.

Die weitere Verfolgung aber der Stannius'schen Versuche und eine Reihe von Untersuchungen über direkte Reizung der Herzganglien von Bidder[34] und Rosenberger[35], Eckhard[36], Heidenhain[37] und v. Bezold[32] führten jedoch bald zum Zweifel an der functionellen Gleichwerthigkeit der Herzganglien. Zumal Bidder und v. Bezold glaubten ihre Versuchsresultate nur unter der Annahme eines hemmenden Vorhofcentrums und motorischer Ventrikel- und Sinuscentren erklären zu können. Das erstere sollte von dem Vagus aus innervirt werden, die anderen automatischer Natur sein. An der Theorie über das Zustandekommen der rhythmischen Herzbewegung wurde aber dadurch nichts wesentlich geändert. Leicht liess sich die Widerstandshypothese auch auf functionell verschiedene Ganglien anwenden.

Dagegen gelang es Goltz[38] durch eine Reihe von Modificationen der Stannius'schen Versuche nachzuweisen, dass die Existenz eines hemmenden Herzcentrums aus den obigen Untersuchungen mit Unrecht erschlossen worden, dass vielmehr alle jene Variationen der Stannius'schen Ligatur ihre hinreichende Erklärung finden durch die Annahme gleichwerthiger motorischer Centren, welche jedoch, und darin liegt der wesentliche Unterschied, nicht Automaten sind, sondern Reflexcentren. Bidder[39] selbst und Gregory[40] bestätigten sehr bald die Angaben von Goltz, und auch die späteren sehr vielfachen Untersuchungen der Physiologie der Herzcentren lassen wohl mit Sicherheit schon so viel erkennen, dass ein stricter Beweis von der Existenz eines hemmenden Centrums im Herzen selbst nicht zu erbringen ist. Bisher hinderten jedoch noch pharmakologische Thatsachen dasselbe definitiv fallen zu lassen. Neueste Untersuchungen von Löwit[41] gaben aber Hoffnung, dass auch diese Beobachtungen sich werden unter der Annahme der Gleichwerthigkeit der Herzganglien erklären lassen.

Aber auch ein intracardiales Centrum mit Volkmann's und seiner Nachfolger Autonomie ausgestattet, wäre doch noch,

um den Ausdruck Volkmanns zu gebrauchen, für die physiologische Forschung ein „Schlagbaum“ vor dem Halt gemacht werden müsste. Die Arbeiten von Goltz haben uns von demselben befreit. Er lehrte die automatischen Herzganglien erkennen als Reflexcentren, deren Thätigkeit nichts ist, als das Product der mannigfachen Durchkreuzungen verschiedener Bedingungen, welche dem wissenschaftlichen Experiment zugänglich zu machen, durch kein Dogma vom „specifisch vitalen“ von vornherein verwehrt wird.

Ferner gab Goltz den Anstoss, den Hauptreiz für diese Reflexcentren im Blute zu suchen, und damit kehrte die Theorie zu ihrem Ursprung zurück, zur Lehre von Haller[41]. Dieser hatte allein im Blut und in einer Kraft sui generis des Muskels das Princip der Herzbewegung gesucht. Die Entdeckung der thierischen Electricität führte aber dann zu einer Alleinherrschaft des Nervensystems. Nur Alex. v. Humboldt[42] vermochte schon damals die Einseitigkeit der alten Lehre durch Nachweis der Nerveneinflüsse auf die Herzthätigkeit darzuthun, ohne den richtigen Kern mit zu verwerfen. Auf Grund eigener Experimente am isolirten Herzen stellte er fest: „Das Blut besitzt nicht nur die Fähigkeit die Muskelthätigkeit aufrecht zu erhalten, sondern wirkt auch zugleich durch seine specifisch chemische Eigenschaft als Erreger.“

Mit den gleichen Worten kann man auch heute noch das Resultat der vielen neueren Untersuchungen über diesen Punkt zusammenfassen. Zu einem völligen Abschluss haben sie noch nicht geführt. Nur soviel sei erwähnt, dass die Versuche von Merunowics[43], Stiènon[44], Gaule u. a. beide von Humboldt angegebenen Eigenschaften des Blutes an bestimmte Bestandtheile desselben zu knüpfen gelehrt haben.

Die Frage: Worin liegt die specifische Wirkung des Vagus? ist heute also nicht mehr mit einer so einfachen Theorie zu beantworten wie zur Zeit Volkmanns.

Allgemein zugegeben wird die Existenz eines Herzhemmungscentrums in der Medulla oblongata. Ob dasselbe automa-

tisch thätig ist, hat bislang nicht nachgewiesen werden können. Ebenso wenig sicher ist es, ob es ausser diesem übergeordnete Grosshirncentra giebt. Ein acelerirendes Centrum in der Medulla wird von Bezold, Cyon, Schiff angenommen, von anderen (Schmiedeberg, Böhm) bezweifelt.

Die Hemmung wird an die Vagusfasern geknüpft. Nur Schiff erklärt den Accessorius für den einzigen Herznerv, lässt in ihm auch die Acceleratoren verlaufen[64]. Bezold u. A. halten letztere für spinale Fasern; Stricker[65] (bei Säugethieren) Klug[66] (beim Frosch) für sympathischer Natur.

Die Verbindung beider Arten von Fasern mit den Herzganglien unterliegt keinem Widerspruch mehr. Von physiologischer Seite ist die functionelle Gleichwerthigkeit der localen Herzcentren allgemein zugegeben, eine automatische Thätigkeit im Sinne der älteren Autoren abgelehnt.

Die Frage: giebt es Nerven- und Ganglienfreie Theile am Froschherzen (Herzspitze und Bulbus aortae)? ist immer noch nicht entschieden (Friedländer[44], Engelmann[45], Löwit[46].).

Im Brennpunkt der Discussion befinden sich gegenwärtig die Untersuchungen über die Art der Wirkung der Innervation von den Ganglien aus auf die Muskelfasern einerseits, anderseits die Forschung nach dem Einfluss der hemmenden und acelerirenden Fasern auf die Innervationsvorgänge in den localen Centren und nach ihrer direkten Beziehung zu den Muskelfasern selbst, welch letztere neuerdings sehr glaubhaft geworden ist. Endlich ist noch Gegenstand sehr lebhaften Meinungsaustausches die Stellung des Blutes zu Muskeln wie Ganglien.

Erst nach genauer Feststellung aller dieser und noch mancher anderer damit im Zusammenhang stehender Einzelfragen wird es möglich sein, eine einheitliche Theorie über die rhythmische Herzbewegung aufzustellen.

II.

Ueber die Lage des Vaguscentrums in dem Kopfmark des Frosches.

Den Ausgangspunkt für die specifische Vaguswirkung, wie wir dieselbe oben im Zusammenhange mit der ganzen Lehre von der Herzinnervation zu entwickeln versuchten, hat man seit ihrer Entdeckung in die Medulla oblongata verlegt. Lassen wir für jetzt die Frage nach der Berechtigung der Annahme einer beständigen tonischen Erregung dieses Centrums bei Seite, sie soll uns weiter unten beschäftigen, und versuchen nur die Lage des Centrums näher zu bestimmen.

Durch electrische Reizung der Medulla wurde die Vaguswirkung entdeckt. In der Begrenzung der wirksamen Stelle kommen die sonst so heftigen Gegner Eduard und Ernst Heinrich Weber und Budge zu übereinstimmendem Resultat. Reizung gesetzt zwischen den Zweihügeln und der Spitze des Calamus scriptorius ergab constant Herzstillstand, alle übrigen Theile des Gehirns wie auch des Rückenmarks erwiesen sich wirkungslos. Eine genauere Abgrenzung war beim Frosch bei der Kleinheit seines Gehirns durch electrische Reizversuche nicht ausführbar. Durch mechanische und chemische Eingriffe bestätigte Setschenow[47] die Angaben Webers. Zu bestimmteren Resultaten gelangte erst Eckhard[48]. Er vermochte vom Abgang des ersten Halsnerven an bis zum Thalamus opticus hinauf durch ausgiebige Stiche oder Schnitte vorübergehenden Stillstand oder Verlangsamung der Pulsfrequenz zu erzeugen. Jedoch erwiesen sich nicht alle Theile dieser Strecke gleich wirksam, vielmehr übertraf der Erfolg bei der Verletzung der Medulla oblongata in der Ausdehnung von der Spitze des Calamus scriptorius bis zur

Anheftungsstelle des Cerebellums bei weitem die Wirkung nach mechanischer Reizung zwischen den Corpora bigemina und der Verbindung mit dem Kleinhirn. Wieder wirksamer zeigte sich jedoch Reizung des Thalamus opticus. A. Vulpian[52] behauptete, dass das Centrum sich hinab bis ins Rückenmark erstrecke. Folgendes Experiment soll das beweisen. Entfernt man bei einem Frosch das ganze Gehirn bis zur Spitze des Calamus scriptorius und setzt nun das Rückenmark einer starken Erschütterung aus, so steht das Herz für eine kurze Zeit still. Entfernt man aber noch den oberen Theil der Medulla spinalis bis zum Ursprung der Armnerven und wiederholt dann den Versuch, so bleibt er ohne Erfolg. Dieses Experiment ist heute nicht mehr beweiskräftig. Im Anschluss an den bekannten Klopfversuch von Goltz hat Eckhard[48] gezeigt, dass auch das ganz isolirte Herz von der Brustbeinseite her, mit dem Scalpelle geschlagen, stille steht. Ferner gelangt derselbe Forscher bei Wiederholung des zweiten Vulpian'schen Versuches zum entgegengesetzten Resultat, ebenso wie auch das erste Vulpian'sche Experiment nicht constant Herzstillstand zur Folge hatte. Eckhard führt daher die Beobachtungen jenes Forschers zurück auf direkte oder reflectorische Reizung des Herzens selbst. Damit bleibt die untere Grenze des Hemmungscentrums markirt durch die Spitze des Calamus scriptorius.

Die ganze Annahme, dass in der Medulla oblongata das primum movens der Hemmung des Herzschlags zu suchen sei, wurde zweifelhaft durch die Resultate der electrischen Grosshirnreizung. Nachdem bei Säugethieren Hitzig die berühmten motorischen erregbaren Punkte gefunden hatte und als sich bald das Grosshirn speciell des Hundes mit jener grossen Zahl von Centren bedeckte, suchte und fand man auch dorten solche für die Herzhemmung. Balogh[49], Lépine[50], Danilewsky[51] bestimmten sie bei Hund und Kaninchen. Eckhard[48] fand sie bei Kaninchen zusammenfallend mit den motorischen Centren. Auf die Kritik dieser

Angaben einzugehen ist hier nicht der Ort. Beim Frosch haben bisher allein Langendorff[53] und Ferrier eine motorische Grosshirnzone aufgefunden, über die Herzthätigkeit findet sich bei ihnen Nichts. Eckhard hat darauf hin specielle Untersuchungen angestellt, mit negativem Erfolg. Electrische Reizungen, bei denen man vor Stromesschleifen nach dem Vaguskern sicher war, hatten keinen Einfluss auf die Herzthätigkeit. Auf mechanischen Reiz des Grosshirns hat noch Niemand Veränderung der Herzthätigkeit eintreten sehen. Ueber chemische Eingriffe liegt nur eine alte Angabe von Wilson Philipp[54] vor.

Ist demnach speciell für den Frosch ein Grosshirn-Hemmungscentrum nicht nachgewiesen, so ist doch auch heute noch nicht möglich, ein solches a priori sicher auszuschliessen und damit der Einwurf nicht ganz von der Hand zu weisen: es handle sich bei der Reizung der Medulla nur um Erregung hier gesammelter dem Vagus zuleitender Nervenbahnen, während das eigentliche Centrum nicht getroffen sei.

Ferner hat sich durch die direkten Reizversuche ergeben, dass man Herzstillstand erhalten kann von der ganzen Partie, welche zwischen dem Abgang des Brachialnerven vom Rückenmark und den Thalamis opticis liegt. Sollte das Hemmungscentrum in der That über diese grosse Strecke ausgedehnt und hier eine weitere Trennung von den anderen lebenswichtigen Centren in der Medulla oblongata unmöglich sein?

Die electrische und auch die mechanische Reizung bieten bei der Kleinheit und der Schwierigkeit, ja zum Theil Unmöglichkeit der genauen Localisation und sicheren Beschränkung des Eingriffes vor der Hand keine Aussicht zu besseren Resultaten. Deshalb versuchten wir einen anderen Weg, welcher noch nicht hinreichend erprobt ist. Anstatt der direkten Reizung die reflectorische.

Die Aufgabe beschränkt sich dadurch zugleich nothwendig auf den Nachweis des Reflexcentrums des Vagus und lässt alle anderen etwaigen Thätigkeiten eines Centrums, die viel-

leicht anderswo localisirt sein können, aus dem Spiel. Damit wird einmal gewonnen, dass wir das anatomische Substrat suchen für einen physiologisch gesicherten Vorgang; für den Uebergang der centripetalen Erregung auf die centrifugalen Hemmungsfasern, und so auf alle vagen anderweitigen Bestimmungen der nervösen Centren keine Rücksicht zu nehmen brauchen, andererseits allen Gefahren der localen Reizung entgehen. Denn wir benutzen den einzigen Reiz von dem es sicher ist, dass er auf den physiologischen Bahnen bleibt; den man wohl allein berechtigt ist, als verstärkten physiologischen zu bezeichnen.

Bisher sind nun für die Herzhemmung beim Frosch folgende reflectorische Beziehungen nachgewiesen:

Der Vagus führt verschiedenen Organen sensible Fasern zu, diese würden am geeignetsten sein, das Centrum zu erregen.

Das Herz selbst galt auf Grund der Untersuchungen Harvey's an dem Grafen Montgomery mit Ectopia cordis für unempfindlich. Erst Budge sprach sich auf Grund von Thierversuchen dahin aus, dass die Herzspitze ganz unempfindlich sei, dass aber gegen die Basis sich manchmal Empfindlichkeit nachweisen lasse.

Goltz[55] gelang es durch chemische Reizung (Essigsäure und Glüheisen) die Empfindlichkeit des ganzen Herzens nachzuweisen, er zeigte, dass die sensiblen Fasern im Vagus verlaufen und von den hemmenden zu trennen sind.

Der experimentellen Prüfung dieser sensiblen Vagusfasern auf ihre Beziehungen zum Centrum der Hemmungsfasern stellen sich starke Hindernisse in den Weg. Vom Herzen aus können sie nicht erregt werden ohne Mitreizung der intracardialen Centren und im Stumpf des durchschnittenen Vagus sind sie nicht gut von den functionell verschiedenen Fasern zu trennen. Doch tritt bei der Reizung des centralen Vagusstumpfes die Wirkung derselben noch am meisten in den Vordergrund und ist leichter von dem Erfolg der Miterregung des vasomotorischen Centrums zu sondern. Aubert und Roewer[56]

beobachteten beim Hunde auf Reizung des centralen Vagusstumpfes einer Seite, bei intacten Nerven der anderen, stets bedeutende Herabsetzung bis Aussetzen der Pulsfrequenz mit gleichzeitiger Zunahme der Wellenhöhe. Diese Wirkung blieb aus, wurde der andere Vagus auch durchtrennt. Dadurch giebt sich die Erscheinung zu erkennen als eine reflectorische Uebertragung des Reizzustandes der centripetalen Fasern des einen Vagus auf die centrifugalen des anderen. Beim Frosch würde sich die Reizung des centralen Vagusstumpfes für unseren Zweck wenig empfehlen wegen der schon berührten Bedenken gegen electrische Erregung überhaupt.

Auch die reflectorischen Beziehungen der Lungen zu dem Herzen sind für den Frosch bisher zu wenig untersucht um eine einwurfsfreie Methode darauf begründen zu können, zumal nach den Untersuchungen von Einbrodt und Hering[57] (bei Säugethieren) verwickelte Verhältnisse zu erwarten sind.

Die erste und noch immer einzig sichere und genauer erforschte Methode, auf reflectorischem Wege Herzstillstand zu erlangen, lehrte Goltz durch seinen bekannten „Klopfversuch“ kennen, welcher sich aus der Analyse einiger unreiner Beobachtungen von Budge und Schiff ergab. Ersterer[20] erwähnt gelegentlich, „dass Bloslegen des Herzens oder des Rückenmarks, Wurf des ganz unversehrten Frosches auf die Erde, plötzliches Zerschmettern einer Extremität Herzstillstand hervorrufen können.“ Eingehender erörtert Schiff[18] die Verhältnisse, welche denselben bedingen, besonders an dem Budge'schen „Wurfversuch“. Er schleuderte einen Frosch in ein Fass mit Wasser und erhielt ebenfalls diastolischen Stillstand und sonst allgemeinen Muskeltetanus. Das gleiche vermochte er meist bei eben getödteten Säugethieren durch starke „Commotion“ zu erreichen. Nur in wenigen Fällen blieb trotz grosser angewandter Gewalt der Herzschlag verlangsamt bestehen. Nach seiner Theorie beruht die Erscheinung auf „Erschöpfung“ der motorischen Nervenelemente durch die Erschütterung des Herzens selbst. Goltz lehrt an dem

Budge'schen Wurfversuch zwei Formen von ganz verschiedenem Charakter unterscheiden.

1. Wirft man den Frosch mit grosser Kraft auf den Rücken, so tritt mit dem Tetanus der Scelettmuskulatur auch Stillstand des Herzens ein, aber in tetanischer Systole!

2. Lässt man dagegen den Frosch weniger stark auf den Rücken fallen, so erfolgt diastolischer Stillstand des Herzens bei erschlaffter Körpermuskulatur.

Lässt man endlich das Thier mit dem Bauch aufschlagen, so erscheint in beiden Fällen meist eher tetanischer Stillstand in der Systole als in Diastole Erschlaffung — Ruhe.

Nur der systolische Stillstand ist nach Goltz auf die Erschütterung zu beziehen. Die Erklärung für die zweite Form, die Ruhe in der Diastole, liefert der erwähnte „Klopfversuch" in der Reihe von Goltz Nr. 26, welcher besagt: „klopft man einen Frosch etwa 140 Mal in der Minute „mässig derb" auf den Bauch, so verlangsamt sich der Herzschlag alsbald und fährt man mit den Hieben ununterbrochen fort, so erfolgt Stillstand in der Diastole genau wie bei der Vagusreizung. Hört man nun mit dem Klopfen auf, so steht das Herz noch ein Weilchen still und fängt dann langsam wieder an zu pulsiren."

Als centrifugale Bahn erweist sich der N. vagus, nach seiner Durchschneidung bleibt der Erfolg aus, zudem ist er beim Frosch einziger Herznerv. Welches aber sind die centripetalen Fasern?

Direkte Erschütterung der Medulla spinalis, mechanische Reizung der Bauchdecken allein bleiben wirkungslos. Aber schon Oeffnen der Leibeshöhle hat öfter Stillstand zur Folge. Sicher tritt er ein auf leicht mechanische Reizung der Eingeweide, deren sensible Fasern sind also die gesuchte Bahn, was dadurch noch bestätigt wird, dass Worara-Vergiftung den Versuch misslingen lässt. Die weitere Verfolgung dieser Reflexvermittelnden Fasern scheiterte daran, dass die Nervenstämme weniger empfindlich sich erwiesen, als ihre Endigungen, was übrigens auch sonst an sensiblen Nerven schon beobachtet ist.

Unabhängig und wohl ziemlich gleichzeitig mit Goltz kam Heinemann[58] der gleichen reflectorischen Beziehung auf die Spur. Derselbe reizte am Frosch Magen und Dünndarm durch Kneifen mit einer Pincette oder Streichen mit einem Schwamm und erhielt daraufhin Verlangsamung der Pulsfrequenz und endlich Stillstand von $^1/_2$—$^3/_4$' Dauer. In der Deutung stimmt er mit Goltz vollkommen überein. Die Angaben des letzteren erweitert er einmal durch den Nachweis, dass mechanische Reizung der Leber und der Ovarien die gleiche Erscheinung verursache und zweitens gelang es ihm, die reflexvermittelnden Fasern im Grenzstrang wieder aufzufinden. Bei electrischer Reizung desselben vom vierten Rückenwirbel an abwärts, entweder ohne vorherige Isolirung oder nach einer solchen, trat stets Herzstillstand ein. Dieser Erfolg blieb aber aus, wenn vorher das Rückenmark durchschnitten war innerhalb der Strecke, deren obere Grenze bestimmt ist durch den Schnitt, welcher die Lobi optici von der Medulla oblongata trennt ; während die untere dem Abgang des vierten Rückenmarksnerven entspricht.

Zwei Jahre später bestätigte die Angaben beider Forscher J. Bernstein[59]. Derselbe erwähnt nur die Arbeit von Goltz, den Aufsatz von Heinemann kennt er nicht, deshalb hält er die Beobachtung, dass Reizung des Bauchsympathicus Herzstillstand zur Folge habe, und dass Durchschneidung des Rückenmarks in bestimmter Gegend diese Wirkung aufhebe, für neu.

Auch ein 1864 publicirter Aufsatz des Italieners Paolini[60] kann nur als Bestätigung der Goltz'schen Versuche angesehen werden. Derselbe giebt an, dass Zerren und Drücken der Gedärme intermittirenden Herzschlag zur Folge hätten. Seine weitere Behauptung, dass Polette schon 1850 die gleiche Beobachtung gemacht habe, entbehrt der nöthigen Beweise.

Neuerdings hat Tarchanoff[61] angegeben, dass der Effect ein besonders sicherer werde, wenn man nach Freilegung der Eingeweide so lange warte, bis das dieselben bekleidende Peritoneum den Eintritt entzündlicher Reizung zeige, und nun

leise mit einem Schwamm Magen oder Darm streiche. Dann tritt der Herzstillstand sehr prompt ein. Diese Methode hat den Vorzug, dass bei ihr von vornherein jeder Verdacht auf direkte Erschütterung von Medulla oder Herz ausgeschlossen ist.

Speciell die Frage: „Wie viel der Cerabrospinalaxe ist nöthig, damit der Goltz'sche Klopfversuch noch gelinge?" ist in der angezogenen Literatur nur nebenbei behandelt.

Goltz giebt an, dass das Grosshirn unnöthig sei. Heinemann und Bernstein fanden, dass der Reflex noch ablaufe, wenn man das Gehirn bis zu den Lobis opticis entferne. Die obere Grenze, bis zu der man das Rückenmark durchschneiden kann, ohne das Zustandekommen des Reflexes zu stören, geben beide in der Höhe des Abgangs des vierten Rückenmarksnerven an. Diese Grenzbestimmungen würden ungefähr zusammenfallen mit dem Resultat der direkten Reizungen, nur würde für das Reflexcentrum die obere Grenze etwas tiefer liegen, da, wie oben erwähnt, Eckhard noch von den Lobi optici aus Herzstillstand erhielt, welche nach den Durchschneidungsversuchen entbehrlich sind. Weil aber eine systematische Versuchsreihe über diese Grenzen des Reflexcentrums noch nicht angestellt ist, so erschien die Hoffnung berechtigt, durch eine solche die Abgrenzung noch bestimmter zu ermöglichen

Zu diesem Zwecke wurden bei einer grösseren Reihe von Fröschen vom Grosshirn beginnend Querschnitte durch das nervöse Centralorgan gelegt.

Am folgenden Tage, wenn die Thiere sich von dem Eingriffe erholt hatten, wurde der Goltz'sche Klopfversuch in der classischen Weise angestellt und dann das Resultat desselben controllirt durch die Modification von Tarchanoff. Sodann wurde das ganze Centralnervensystem in situ in absolutem Alkohol gehärtet und später an dem festgewordenen Gehirn und Rückenmark nach Eröffnung der knöchernen Hüllen die Ausdehnung der Verletzung bestimmt.

Man kann in sehr schöner Weise die Gehirndurchschneidungen beim Frosch ganz subcutan mittels der White'schen

Bohrmaschine ausführen. Setzt man in dieselbe einen kleinen Kugelbohrer ein, so gelingt es leicht, mit demselben den Knochen des Schädeldaches bis auf die Tabula vitrea gewissermassen abzureiben. Man setzt dies fort bis das ganze Gehirn deutlich durch den Rest des Schädels hindurch scheint. Jetzt kann man die gewünschten Durchschneidungen vollkommen sicher ausführen, indem man einfach die dünne Knochenhülle mit durchsticht. Dadurch wird das Freilegen des Gehirns ganz vermieden und die Schnittführung ist eine weit sicherere als am ganz freien Organ. Die Durchschneidungen des Rückenmarkes wurden in der üblichen Weise ausgeführt.

Das Resultat dieser Versuchsreihe lässt sich in folgende Sätze zusammenfassen:

1) Die Fortnahme des Gehirns bis zur Grenze zwischen Corpora bigemina einerseits und Kleinhirn und Medulla anderseits hat keinen Einfluss auf die Herzthätigkeit. Der Klopfversuch wird nicht dadurch gestört.

2) Die Abtrennung des Kleinhirns hat ebenfalls keinen Effect.

3) Die vollständige quere Durchtrennung der Medulla oblongata in ihrem oberen Dritttheil bis zu einer Linie, welche einen halben Millimeter vor dem Ursprung der obersten Vaguswurzel quer über die Medulla verläuft, hindert nicht das Zustandekommen des Vagus-Reflexes. In mehreren Fällen wurde aber als unmittelbare Folge der Durchschneidung Herzstillstand in Diastole beobachtet, in anderen nicht.

4) Alle Durchtrennungen, welche zwischen der oben angegebenen Grenze und dem Abgang des 4. Rückenmarksnerven ausgeführt wurden, verhinderten das Zustandekommen des Klopfversuchs in allen seinen Formen. Die Durchschneidungen selbst hatten fast regelmässig diastolischen Stillstand zur Folge, so lange sie in der Höhe des Vaguseintrittes ausgeführt wurden, nach unten zu wird dieser Erfolg seltener.

5) Unterhalb der Eintrittsstelle des 4. Rückenmarksnerven haben quere Durchtrennungen der Medulla spinalis

keinen Einfluss mehr, weder auf das Zustandekommen des Vagus-Reflexes noch auf die Herzthätigkeit.

Die für das Zustandekommen des Klopfversuches nothwendige Gehirn- und Rückenmarksstrecke wird demnach begrenzt: nach oben durch den Querschnitt, welcher vor den Vaguswurzeln durch die Medulla oblongata gelegt wird und nach unten durch einen gleichen, der die Ursprungsstellen des 4. Rückenmarksnerven durchtrennt.

Die so herausgeschnittene Partie des Centralnervensystems enthält neben dem gesuchten Reflexcentrum in ihrem ganzen unteren Abschnitt die Hauptmasse der centripetalen Fasern. Um diese beiden Bestandtheile rein von einander zu trennen, würde die schönste Methode sich aus einem Reflexbogen ergeben, dessen centripetaler Theil ein sensibler Kopfnerv und dessen centrifugaler Schenkel wieder der Vagus wäre. Mittels eines solchen Reflexes könnte man ganz einwurfsfrei analog die untere Grenze des Centrums bestimmen, wie wir es soeben mit der oberen durch den Klopfversuch gethan haben. Leider ist für den Frosch bis jetzt ein solcher Reflex noch nicht aufgefunden. Für das Kaninchen hat Christiani[62] durch Reizung des N. opticus und der Thalami optici Herzstillstand erhalten. Es ist möglich, dass die Beobachtung von Eckhard, welcher nach ausgiebigen Schnitten in den Thalamus opticus beim Frosch ebenfalls diastolische Herzruhe sah, weiter verfolgt, zur Entdeckung eines für den angegebenen Zweck verwendbaren Reflexbogens führt.

Vor der Hand muss man sich begnügen, wieder auf die direkten Reizmethoden zurückzugreifen. Die oben besprochenen Durchschneidungen führten, in der unmittelbaren Nähe und zwischen den Vaguswurzeln ausgeführt, fast in jedem Falle zum diastolischen Herzstillstand; während nach oben wie nach unten, weiter vom Eintritt des Vagus entfernt, dieser unmittelbare Effect seltener wird, um endlich jenseits des Eintritts des ersten Rückenmarksnerven und der Thalami optici ganz auszubleiben.

Dieser Befund lässt schon ohne Weiteres vermuthen, dass in der nächsten Umgebung der Vaguswurzel das reflectorische Hemmungscentrum zu suchen sein dürfte. Da Electricität in dieser Nähe der Vagi ausgeschlossen ist, so wurde versucht mit mechanischer Reizung den obigen Befund zu controlliren. Zugleich hatte diese Reihe den Zweck das Verhältniss unseres Centrums zu dem Krampfcentrum von Heubel zu bestimmen.

Heubel[63] beobachtete, dass ein leiser Druck auf das unterste Ende der Medulla an der Spitze des Calamus scriptorius und etwas unterhalb einen längeren Anfall tonischer und clonischer Krämpfe ganz analog der Picrotoxin-Wirkung auslöse. Die Form dieser Krämpfe hat er sehr genau beschrieben und zergliedert. Auf die Herzthätigkeit nach solchen Eingriffen hat Heubel nicht Acht gehabt. Bei einer Wiederholung seiner Versuche, wobei nur ein leiser Druck mit dem Kopfe einer Karlsbader Nadel als Reiz angewandt wurde, zeigte sich, dass während der Krämpfe, die ganz in der Weise, wie Heubel sie schildert, zur Beobachtung kamen, die Herzthätigkeit nicht gehemmt war, dagegen meist diastologischer Stillstand erfolgte, wenn man den gleichen leisen Druck oberhalb des „Krampfcentrums“ anwandte bis hinauf zwischen die Vaguswurzeln. Derselbe war dann begleitet von einer vorübergehenden allgemeinen Paralyse des Thieres, wie sie Heubel ebenfalls von gleicher Stelle aus erhalten hat.

Also auch nach diesen Versuchen haben wir wohl das Hemmungscentrum zu verlegen in die Mitte der Rautengrube, in der Hauptsache zwischen die beiden Vaguswurzeln. Und man wird wohl in denjenigen Fällen, wo man entfernter von dieser besonders wirksamen Stelle auf irgend welchen Reiz hin diastolischen Herzstillstand erhielt, denselben zurückführen können auf Mitreizung jenes Centrums oder auf Erregung beiderseits zu ihm hinstrebender centripetaler Bahnen.

Auf Grund anatomischer Thatsachen könnte man jedoch gegen die Sicherheit der so eben durchgeführten Bestimmung

des Hemmungscentrums noch Bedenken hegen. Der Vagus bildet bekanntlich nach seinem Austritt aus dem Schädel das Ganglion jugulare, zu welchem eine starke sympathische Anastomose tritt. Da nun bekannt ist, dass die bei dem Goltz'schen Klopfversuch thätigen centripetalen Fasern im Grenzstrang des Sympathicus verlaufen, so könnten dieselben ja durch diese Anastomose in das Ganglion jugulare treten und hier das eigentliche Reflexcentrum zu suchen sein, was nicht ausschliessen würde, dass daneben noch ein etwa automatisches Centrum in der Medulla zu finden wäre. Der Wunsch, den einzelnen Ganglien im Verlauf der Nervenstämme ihre physiologische Bedeutung abzuringen, hat sich noch bei keinem erfüllt. Auch das Ganglion jugulare blieb bis jetzt unenträthselt.

Da bisher in dieser Hinsicht noch keine Versuche angestellt zu sein scheinen, so sei kurz erwähnt, dass beiderseitige Durchschneidung der sympathischen Wurzel des in Rede stehenden Ganglions auf den Verlauf des Klopfversuchs wie auf die Herzthätigkeit überhaupt gar keinen Einfluss übte, dass ferner die Durchschneidung des Vagus beiderseits in seinen Wurzeln, oder auf der kurzen Strecke zwischen Ganglion und seinem Austritt aus dem Cavum cranii mit Erhaltung des Ganglions und dessen sympathischer Wurzel eben so sicher den Reflex aufhebt, wie die Durchtrennung desselben jenseits seines Ganglions.

Eine weitere hierher gehörige Frage, welche anatomisch wie physiologisch von Interesse wäre, ist die: welche der Vaguswurzeln führt dem Stamm die hemmenden Fasern zu? Sind die Wurzeln überhaupt physiologisch different, wie sie vergleichend anatomisch dem Glossopharyngeus, vagus und accessorius entsprechen?

Die Kleinheit des hiesigen Materials hinderte bisher eine Entscheidung, bei grossen Arten wäre sie wohl leicht zu finden.

Endlich noch ein paar Worte über die centripetale Bahn des Klopfversuchs. Goltz hatte schon gezeigt, dass die Haut-

nerven das reizpercipirende Organ nicht wären, sondern die Eingeweidenerven. Dies wird besonders deutlich aus der von Heinemann und Tarchanoff angegebenen Modification des Versuches. Heinemann und Bernstein fanden die electrische Reizung des Bauchsympathicus gleich wirksam. Man ist deshalb geneigt, die Nerven der Baucheingeweide, besonders des Darmtractus als die zuleitende Bahn anzusprechen. Dem gegenüber ist hervorzuheben, dass der Klopfversuch noch vollkommen gelingt, wenn man den ganzen Intestinaltractus durch ein seitliches Fenster entfernt hat. Es sind also wohl die gesammten Peritonealnerven, welche die centripetale Bahn bilden. Die an ihnen nachgewiesenen peripheren Endorgane könnte man als anatomisches Substrat der Reizperception auffassen.

Es handelt sich also um centripetale Nervenbahnen, welche nach der Structur ihrer Endknospen und der Lage derselben in den Bindegewebsplatten des Peritoneums anatomisch charakterisirt sind, und dieser Eigenthümlichkeiten halber zu einer grossen Gruppe gehören, welche neuerdings von Seiten der Anatomen (Schwalbe) von den im engern Sinne sensiblen Nerven abgetrennt worden ist. Während die letzteren die Hauptempfindlichkeit bedingen, also sensible Eindrücke leiten, welche im Einzelnen zur bewussten Empfindung kommen, so soll unsere Gruppe in Beziehung stehen zum „Allgemeingefühl“, das heisst ihre Erregungsvorgänge bedingen gewissermassen als Massenwirkung eine allgemeine „Stimmung“ des Bewusstseins, von der die im engeren Sinne bewussten Vorgänge sich zwar abheben, aber doch mit afficirt werden, etwa wie die einzelnen Farbenwirkungen eines Gemäldes hervortreten, aber doch in ihrer Wirkung mitbedingt sind durch die „Stimmung“ des Ganzen.

Dass unser Reflex sich zum Theil auf solchen Bahnen abspielt, giebt einen interessanten Gesichtspunkt, welcher sich im Folgenden werthvoll erweisen und nähere Begründung finden wird.

Diese Peritonealnerven nun, welche die centripetale Schleife des Reflexbogens ausmachen, besonders auszuzeichnen mit dem Namen Reflexfasern und sie den hemmenden analog zu setzen, wie Bernstein will, liegt gar kein Grund vor. Auch für alle anderen sonst bekannten Reflexe ist keine Thatsache bekannt, welche nöthigte, Reflex vermittelnde Fasern neben den sensiblen im weiteren Sinne zu unterscheiden. Selbst für den N. depressor cordis der Säugethiere ist die ausschliessliche reflexleitende Thätigkeit nicht nachgewiesen.

III.

Die Herzthätigkeit beim Frosch in der Hypnose und im Shock.

Die Frage nach der physiologischen Thätigkeit des oben bestimmten Vaguscentrums ist fast gleichbedeutend mit der nach seiner Automatie.

Haben wir anzunehmen, dass ein constantes Abfliessen eines Innervationsvorganges von diesem Centrum aus stattfindet? Wird mit anderen Worten der Vagus von ihm aus in einem dauernden Tonus erhalten? Zur Zeit als dieser Nerv als ausschliesslicher Hemmungsapparat galt, und die motorische Kraft allein im Herzen selbst gesucht wurde, konnte man hoffen, eine eindeutige Antwort auf diese Frage durch doppelseitige Vagusdurchschneidung zu erhalten und es musste auffallen, dass die verschiedenen Beobachter, welche diesen Weg betraten, nicht zu übereinstimmenden Resultaten gelangten.

Budge, von Bezold, Cl. Bernard fanden keine Veränderung nach derselben beim Frosch. Rosenthal[1] dagegen giebt als Resultat einer umfangreichen Versuchsreihe eine Erhöhung von 18 auf 22 an. Hoffmann[2] beobachtete

an Fischen nach Vagusdurchschneidung „Häufigerwerden“ der Pulsationen. Bei Vögeln führt Einbrodt[3] zwei Fälle an, wo der Herzschlag von 27 auf 30 und von 18 auf 27 gestiegen, und sich dauernd so hoch erhalten habe. Lenz[4] und Panum[5] sahen bei Säugethieren die Frequenz sich unmittelbar nach der Operation erhöhen, ja verdoppeln. Heute wissen wir, dass die Herzinnervation nicht so einfach ist, dass neben den Hemmungsfasern, accelerirende mit durchschnitten werden. Wir wissen weiter, dass an den Stumpfen der durchschnittenen Nerven der Absterbeprozess als Reiz wirken kann, und kennen noch andere Complicationen, die alle lehren, dass jene Durchschneidungsversuche keinen Aufschluss geben konnten über die obige Frage.

Man hat bei Säugethieren noch andere Methoden versucht, ohne besseren Erfolg. Ein sicherer Beweis für die Existenz eines Tonus hat nicht erbracht werden können und im Allgemeinen neigen die Beobachter jetzt dazu ihn zu leugnen, wenn auch mehr aus abgeleiteten theoretischen Gründen als weil sie das negative Resultat ihrer Untersuchungen für ausschlaggebend hielten.

Weder für den Frosch noch für den Säuger steht uns für den Augenblick eine einfache einwurfsfreie Versuchsmethode zur Lösung dieser Frage zu Gebote. Deshalb führte die Hoffnung, dass die Beobachtung der Herzthäigkeit unter der Einwirkung verschiedener Allgemeinzustände des Centralnervensystems einiges Licht bringen könne, uns zur Hypnose und zum Shock. Da ferner die Literatur über diese beiden Erscheinungsreihen, soweit sie den Frosch angeht, so gut wie gar nichts von der Herzthätigkeit aussagt, und auch bei den hierher gehörigen Versuchen an höheren Thieren die Erscheinungen von Seiten des Herzens wenig beachtet blieben und sie, soweit bekannt, sehr vieldeutig sind, so eröffnete sich die Aussicht, dass die beabsichtigte Untersuchung zugleich für die Theorie der beiden so höchst interessanten Zustände sich fruchtbar erweisen könnte.

Unter „Shock“ soll des prägnanten Ausdrucks wegen hier verstanden werden eine plötzlich „wie mit einem Schlage“ eintreffende Zustandsänderung des gesammten Centralnervensystems oder einzelner seiner Theile, welche hervorgerufen wird durch direkte mechanische Erschütterung der Cerebrospinalaxe oder durch einen starken peripheren Nervenreiz. Es soll der Name nur die Beobachtungsreihen über die Wirkung dieser beiden Eingriffe zusammenfassen und den durch dieselben erreichten Zustand unterscheiden von der Hypnose. Auf eine Beziehung zu dem Shock der Chirurgen wird ausdrücklich hier vor der Hand verzichtet.

Dem gegenüber soll mit Hypnose ganz im Sinne von Czermak, Heubel, Danislewsky derjenige Zustand bezeichnet werden, welcher sich bei einem Frosch einstellt, wenn man ihn schnell in eine ungewohnte Körperhaltung versetzt und ihn in derselben, falls noch Widerstand geleistet wird, so fixirt, dass kein direkter Druck auf das Thier ausgeübt wird, dass aber jede Bewegung alsbald auf einen festen Gegenhalt stösst.

Im einzelnen bezieht sich der Shock, hervorgerufen durch direkte mechanische Erschütterung, auf den schon oben erwähnten „Wurfversuch“ von Budge[6], seine Modification von Schiff[7] und auf die Untersuchungen von Goltz[8–10], welche auch schon im vorstehenden Aufsatze angeführt sind, zugleich auf einschlägige Beobachtungen desselben Autors in seinen Untersuchungen „über den Tonus der Gefässe“ und „über die Functionen der Nervencentren des Frosches“.

Da eine Versuchsreihe, welche sich speciell mit den sehr complicirten Phänomenen dieses Shocks beschäftigt, in dessen Bilde sich Reizungs- und Lähmungserscheinungen mannigfach durchkreuzen, noch nicht abgeschlossen ist, so wird im Folgenden nur gelegentlich auf diese Form Rücksicht genommen werden, um ihr Verhältniss zu der zweiten hervorzuheben. Nur diese, der Shock hervorgerufen durch starken peripheren Reiz, legen wir der jetzigen Untersuchung zu Grunde.

Die erste hierher gehörige Beobachtung bei Kaltblütern theilt Czermak[11] 1856 mit. Als derselbe einen Triton cristatus mit einer starken Pincette am Schwanz erfasste, um ihn aus dem Aquarium in ein anderes Gefäss zu übertragen, so blieb das Thier, losgelassen, auf dem Boden des neuen Behälters „starr und regungslos" einige Secunden liegen, dann trat normales Verhalten wieder ein. Bei demselben Thier gelang der Versuch 15-20 Mal. Czermak erinnert dabei an die Schlangenbändigung durch Mose und die Zauberer des Pharao. Preyer[12] hat diese Beobachtung 1878 bestätigt. Ihm gelang das Experiment auch von einigen Species der Gattung Triton, an denen Czermak die Erstarrung nicht hervorzurufen vermochte, sonst bringt er nichts Neues. Darauf, dass er den Zustand zu seiner Kataplexie rechnet, kommen wir weiter unten zurück.

Auf einem anderen Wege und wohl ohne Kenntniss von den Beobachtungen Czermaks kam Lewisson[13] 1869 der gleichen Erscheinung bei Fröschen auf die Spur. In der Absicht die Lungenathmung bei diesen Thieren auf eine unblutige Art zu sistiren, legte er denselben einen Kautschukring unterhalb des Unterkiefers an, und beobachtete dabei folgende Nebenwirkungen:

„Die Frösche sassen mit eng an den Leib aufgezogenen Extremitäten da ohne Versuche zu willkürlichen Bewegungen zu machen; wenn ich die Extremitäten abzog, so zogen sie dieselben nur langsam wieder an, ohne die Flucht zu ergreifen, sie liessen sich auf den Rücken legen, ohne aus dieser Lage sich zu befreien. Dabei brach über den ganzen Körper eine sehr lebhafte Schweisssecretion aus und nach 24 Stunden fand ich die so behandelten Frösche zumeist todt vor, während andere Frösche, denen ich zu derselben Zeit die Lungen unterband 8 Tage und länger am Leben blieben."

Das gleiche Bild erhielt Lewisson, wenn er „hoch oben mit einem etwa 3''' breiten Bande beide Extremitäten sehr fest umschnürte", mit dem Unterschiede, dass die profuse

Schweisssecretion ausblieb und die Thiere den Eingriff überlebten.

Einklemmen der Beine in Schieberpincetten, electrische Reizung mit starken Inductionsströmen, welche noch nicht Tetanus hervorriefen, hatten den gleichen Effect.

Im Anschluss an die Untersuchungen von Goltz und Setschenow über die Hemmung von Reflexen, stellte er die gleichen Versuche an Fröschen an, welchen „unterhalb der Setschenow'schen" Reflexhemmungscentren die Medulla durchschnitten war, und fand: „In allen Fällen erfolgte Aufhebung der Reflexbewegungen, ohne dass eine Erhöhung der Reflexthätigkeit voraufgegangen wäre, so dass also von einer Erschöpfung nach Ueberreizung nicht die Rede sein kann. Die lähmende Einwirkung dauert stets noch einige Zeit nach Entfernung des Reizes an; um so länger, je länger der Reiz eingewirkt hatte."

Dass die Reizung der betroffenen sensiblen Nerven die Hemmung zu Stande bringe, beweisen Durchschneidungen der hinteren Wurzeln der betreffenden Gegend, welche die Hemmung sofort aufhoben sowohl der willkürlichen Bewegungen des intakten Thiers als der Reflexe des Rückenmarksfrosches.

Lewisson denkt sich den Vorgang so: „dass die sensiblen Nervenfasern gewissermassen Regulatoren für die Thätigkeit der Nervencentren sind, sowohl der reflexvermittelnden Apparate des Rückenmarks als der Ganglien des Gehirns, von denen die motorischen Erregungen ausgehen. Während es für gewöhnlich gerade die sensiblen Fasern sind, deren Erregungszustand die Thätigkeit der genannten Apparate anregt, giebt ein zu hoher Grad ihrer Erregung eine direkte Hemmung für die Thätigkeit dieser Nervencentra ab."

Des Weiteren benutzt nun Lewisson seine Beobachtungen um die Reflexlähmungen, welche Romberg als pathol. Gruppe aufgestellt hatte, zu erklären.

Auch diese Beobachtungen hat Preyer seiner Kataplexie

untergeordnet. Groeningen[14] bezieht sich auf sie in seiner Theorie vom Shock, thatsächlich Neues hat keiner von beiden beigebracht.

Hervorzuheben ist noch, dass weder Czermak noch Lewisson der Herzthätigkeit während der von ihnen beobachteten Zustände irgend welche Beachtung geschenkt haben.

Die Erscheinungen der Hypnose am Menschen gehören zu dem grossen Gebiet moderner Magie, hier stehen sie zusammen mit dem Mesmerismus, dem Tischrücken und Geisterklopfen als electrobiotische Wissenschaft. Sie haben in wechselnder Form immer wieder von Zeit zu Zeit durch ein „Medium" die Aufmerksamkeit des Publicums auf sich gezogen. J. Braid[15] hat das grosse Verdienst, zuerst mit wissenschaftlicher Kritik den ganzen Dunstkreis, welcher den physiologischen Kern umgiebt, durchdrungen zu haben. Seine geistreichen Schriften haben die Erscheinungen, wenn auch nicht ohne Rest, zurückgeführt auf psychologische Gesetze, welche er zuerst klar formulirte und welche über den Ablauf und die Concurrenz der Vorstellungen in unserem Bewusstsein wichtige Aufklärungen gegeben. Seit jener Zeit (1846-55) haben erst die beiden letzten Jahrzehnten neue wissenschaftliche Beiträge gebracht. Unabhängig von Braid wurden die Erscheinungen von Heidenhain[16] und Berger[17] und ihren Schülern untersucht.

Diese ganze Bewegung musste das Interesse für analoge Erscheinungen an Thieren schärfen. Obwohl nun seit alter Zeit solche Zustände besonders bei Vögeln beobachtet sind, hat doch erst Czermak[18] die Aufmerksamkeit der Physiologen auf dieselben gelenkt. Er sah, dass man Krebse durch ruhiges Festhalten in allen möglichen Stellungen „zum erstarren bringen" könne. Dann experimentirte er mit Vögeln, da er bei Kircher das „experimentum mirabile de imaginatione gallinae" wieder auffand, zu welchem die Vorschrift lautet: „Man binde einem Huhn die Füsse zusammen und lege es

auf den Boden. Sobald dasselbe ruhig daliegt, ziehe man von seinem Auge aus auf dem Boden einen geraden Kreidestrich und löse dann die Fessel, so bleibt das Huhn, trotzdem es nicht mehr gebunden ist, ruhig liegen, weil es vermöge seiner lebhaften Einbildung den Kreidestrich für die Fessel hält, mit der es gebunden ist.“ Czermak wiederholte diesen Versuch an verschiedenen Vögeln ohne Fesselung der Beine und lehrte auch den Kreidestrich entbehren. Er kam zu dem Resultat, dass die Ueberwindung des Muskelwiderstandes bei dem Eintreten dieses Zustandes der „Willenlosigkeit und Stupidität der aufgehobenen Intelligenz“ wohl eine Rolle spiele, als weitere Momente hebt er hervor: Fixirung eines nahen Gegenstandes und das Gegentheil, die Accomodationsruhe. Man erkennt hier deutlich den Einfluss der Experimente am Menschen auf diese Untersuchungen von Czermak. Eine abschliessende Ansicht stellt er nicht auf. Er erklärt die Erscheinung für Hypnose, wahrscheinlich deshalb, weil er den Zustand, wenn auch nur für kurze Zeit, in physiologischen Schlaf übergehen sah.

Gleich nach Erscheinen der ersten Mittheilung von Czermak wiederholte Preyer[19] das experimentum mirabile. Er zog den Thieren eine Kautschukkappe über den Kopf, welche jedes Sehen ausschloss und fand so, dass die Fixirung eines Gegenstandes irrelevant ist. Er beobachtete ferner Zittern der Thiere während des Versuches. Sein Eindruck von der ganzen Erscheinung ist: „Das Thier bleibt 1—4 Minuten lang bewegungslos, keuchend und meist mit dem Ausdruck der Angst und des Schreckens in der ihm vorher ertheilten Stellung, weil es glaubt es werde noch gehalten. Eine unsanfte Berührung aber, eine Erschütterung löst eine Reflexbewegung aus, und dann merkt das Thier, dass es nicht mehr gefesselt ist. Daher das oft im höchsten Grade vorhandene ergötzliche Erstaunen nach dem Aufspringen.“

Mehrere Jahre später (1877) hat dann Heubel[20] eine grössere Reihe von Beobachtungen über die Hypnose der

Rana temporaria veröffentlicht und auf Grund derselben eine sehr umfangreiche Erörterung geliefert über die Genese des Zustandes im engen Anschluss an die Pflüger'sche Theorie des Schlafes.

Heubel ergriff die Versuchsthiere, drehte sie schnell auf den Rücken und deckte die Hand über sie, ohne stärkeren Druck anzuwenden als nöthig um das Entkommen zu verhindern; in einer halben bis 15 Minuten hörten alle Bewegungen mit den Beinen auf und das Thier lag nun 1—2, nicht selten 3—4, ja selbst 5—6 Stunden in völliger Bewegungslosigkeit in der ihm ertheilten Lage und machte den Eindruck, als wäre wie „durch magische Wirkung" ihm plötzlich alle Ueberlegung und Intelligenz geraubt. Die Berührung mit der Hand that nichts zur Sache. In der Rückenlage mit angezogenen Beinen tritt die Hypnose leichter ein als in einer anderen, weil in der ersteren „weniger sensible Eindrücke von der Haut her zum Gehirn gelangen als in der anderen."

Während der Hypnose ist die Reflexerregbarkeit herabgesetzt. Fliegen, welche sich auf das Thier setzen, machen keinen Eindruck. Doch genügt eine „sehr mässige Erregung irgend eines Empfindungsnerven um die Thiere zu erwecken, besonders Geräusche hindern sehr leicht das Eintreten und die Dauer des Zustandes."

Die Augenlider können mit Eintritt der Hypnose geschlossen werden, oder auch zur Hälfte offen bleiben, sie bewegen sich oft während der Dauer der Hypnose. „Fast immer, namentlich nach heftigem Widerstande erscheint im Anfange des Versuchs sowohl Respiration als Herzaction mehr oder weniger bedeutend beschleunigt, und häufig sehr unregelmässig; constant tritt nur, aber sehr bald nach dem Einschlafen des Thieres, ein regelmässiger Rhythmus und eine Verlangsamung der Athemzüge ein, welche letztere um so ausgesprochener erscheint, je tiefer der Schlaf wird und je länger er anhält." An einer anderen Stelle heisst es ganz kurz: „das Herz con-

trahirt sich schwächer und seltener.“ Das ist Alles, was in der Arbeit über die Thätigkeit des Herzens mitgetheilt wird.

Vor dem Einschlafen und während desselben wurde öfter spontan Quaken beobachtet. Ist das Thier geweckt, so dauert es doch noch oft 1—3 Minuten nachdem der störende Reiz den Frosch traf, ehe er sich umdreht, auch dann noch erscheint er etwas benommen und ebenso auch diejenigen Thiere, welche spontan erwacht sind; in diesem Stadium quaken sie nie von selbst, es gelingt aber der Goltz'sche Quakversuch exact.

Frösche, welchen das Grosshirn geraubt ist, werden ebenso leicht hypnotisch, ebenso Thiere, denen die N. optici oder die Rückenhautsnerven durchschnitten sind. Ob die letzteren schneller oder länger der Hypnose verfallen, geht aus den Versuchen nicht hervor. Fehlen die Lobi optici und corpora bigemina, so ist die Hypnose nur kurz. Das sind die thatsächlichen Beobachtungen, aus ihnen zieht Heubel den Schluss, dass es sich um künstliche Erzeugung des natürlichen Schlafes handele. „Die Bedingungen für die Erzeugung dieses Schlafes bestehen darin, dem Gehirn des Thieres die continuirlich ihm auf dem Wege der Empfindungsnerven zugehenden Erregungen möglichst zu entziehen.“

Gegen diese Auffassung macht nun Preyer in seiner Abhandlung von 1878[12] Front.

Er wirft die oben als Shock zusammengestellten Beobachtungen von Czermak an Tritonen, von Lewisson an Fröschen mit den eben besprochenen über die Hypnose bei höheren Thieren und Fröschen zusammen und bezeichnet die Erscheinung ganz in Uebereinstimmung mit seiner ersten Veröffentlichung als Kataplexie. Für die ganze Reihe sucht er das aetiologische Moment in „plötzlicher, starker, unerwarteter, ungewohnter Erregung centripetaler Nerven.“ Wie völlig er die beiden von uns getrennten Erscheinungsreihen in dieser Hinsicht identificirt, ergiebt sich aus folgendem Satz: „Wesentlich ist die Annahme, das Thier glaubt es werde noch gehalten, wenn es längst fessellos daliegt. Gerade die

Fälle, wo das mit sicherer Hand oder mit der Zange fest und schnell ergriffene Thier momentan, ohne die geringste Abwehr genau in der Stellung verharrt, die ich ihm ertheile, sind mir die beweiskräftigsten.“ In seinen Abbildungen „kataplegischer Thiere“ trägt der Frosch ein Ligaturstäbchen an jedem Vorderbein, der Triton zeigt seinen Schwanz fest in eine gewaltige Pincette geklemmt. Es scheint als ob zum Zweck des Photographirens doch ein leiser Zweifel in die Festigkeit des Glaubens dieser Thiere gesetzt wurde!

Da aber, wie wir noch weiter unten sehen werden, sich der Zustand eines „mit einer Zange fest und schnell“ gefassten Frosches von dem des mit sicherer Hand umgedrehten wohl unterscheidet, so können die Versuche von Preyer, in denen beide Methoden gleich geachtet werden, nur wenig gegen die Angaben von Heubel beweisen, welcher nur Hypnose in unserem Sinne erzeugt und beobachtet hat.

Heubel machte gegen Preyer geltend, dass bei der langen Dauer des Zustandes bei Fröschen schwer an eine Wirkung des Schreckens und der Angst gedacht werden könne. In Bezug auf diesen Punkt hat nun Preyer neue Versuche angestellt. Er sagt darüber:

„Auch habe ich wiederholt mit einer Bindfadenschlinge ruhig dasitzende oder schnell und fest mit der Zange ergriffene Frösche gefesselt und vertcial aufgehängt und völlig bewegungslos bleiben gesehen. Sowie ich sie jedoch in die Hand nahm, eine ausgedehnte Hautpartie berührte, die meist unter den Vorderbeinen angebrachte Schlinge löste, wurden sie entweder mit einem Schlage oder nach etlichen Secunden vollkommen munter und waren von gesunden Fröschen nicht mehr zu unterscheiden. Ueberlässt man aber das Thier sich selbst, so findet man es oft nach 24 Stunden todt in der Anfangsstellung hängen.“

Auf Grund dieser Beobachtungen glaubt nun Preyer dass es sich dabei um einen neuen pathologischen Zustand handelt, welchem die Kataplexie voraufgeht. Es soll „Nachlass

des Muskeltonus den Uebergang des unmittelbar durch die Reizung (den Schreck) herbeigeführten Hemmungszustandes in den des Collapses oder des Terpors bezeichnen."

Der zweite Haupteinwurf, welchen Heubel gegen Preyer geltend macht, beruht darauf, dass es ihm gelang Frösche zu hynoptisiren, welche bis zum cerebellum hin aller Hirntheile beraubt waren. Da Schreck und Angst sich als psychologische Vorgänge im Grosshirn abspielen, die Hypnose aber bei Thieren eintritt, welche dieses Organ nicht mehr besitzen, so kann die wesentliche Ursache des abnormen Zustandes nicht in diesen Affecten gesucht werden.

Preyer vertheidigt dagegen seine Theorie mit folgenden bemerkenswerthen Sätzen: „Auch dieses Resultat liess sich erwarten. Frisch enthirnte Frösche verhalten sich oft so sehr wie kataplegische, dass man wohl die blosse Operation der Enthauptung als einen kataplegischen Eingriff auffassen könnte. Nach ein bis zwei Tagen ist aber der Frosch ein anderer geworden. Er hat sich im buchstäblichen Sinne von dem Schrecken erholt .... Man wird nun von vornherein die Möglichkeit nicht leugnen dürfen, dass enthirnte Thiere erschrecken können. Ob ein Rückenmarkswille und eine Rückenmarksüberlegung dabei durch starke periphere Reize gehemmt werden, dieses anzunehmen bleibt jedem überlassen. Ich sehe keinen Grund, der dagegen spräche."

Diese frappirenden Sätze stehen in derselben Arbeit, in welcher oft auf der gleichen Seite die Untersuchungen von Goltz angeführt werden. Warum Preyer trotz der Kritik der Rückenmarksseele in dessen Beiträgen zur Lehre von den Functionen der Nervencentren des Frosches, Cap. IV, keinen Grund sieht, der gegen seinen Rückenmakswillen und seine Rückenmarksüberlegung spricht, verräth er nicht.

Direkt gegen die Theorie von Heubel, dass es sich um einen künstlichen Schlaf handle, hervorgerufen durch Abschluss eines grossen Theils der äusseren Sinnesreize, wird von Preyer angeführt, dass es ihm gelungen, während starker,

mannigfacher Geräusche, im hellsten Sonnenlicht, im dichten Tabaksrauch Kataplexie zu erzeugen. Er giebt aber zu, dass die Abwesenheit der angeführten Momente, besonders starker Geräusche und Erschütterungen, günstig wirkt, sowohl auf das Zustandekommen wie auf die Dauer der Erstarrung.

Wie aber das Bestehen derartiger Störungen das Eintreten den Kataplexie nicht verhindert, so erwachen andererseits die Versuchsthiere „in lautloser Umgebung in der Dämmerung, wo jeder Anlass zu peripherer Reizung fehlt", plötzlich von selbst. „Das Ende einer Kataplexie ist unberechenbar."

Als thatsächliche auf den Frosch bezügliche Angaben sind noch hervorzuheben, einmal, dass Preyer niemals während der Kataplexie „Zittern" bei Fröschen bemerkte, wie er es fast als constant für Kaninchen und Meerschweinchen angiebt und als Symptom der Angst auffasst; dann seine Bemerkungen über die Herzthätigkeit. Es heisst p. 72: „Die Frequenz der Herzthätigkeit nimmt bei Fröschen, wie schon Dr. Heubel fand und Herr Wagner bestätigte, von Anfang der Kataplexie ab." Diese Angabe wird gestützt durch die Mittheilung von 4 Beobachtungen am Frosch des Herrn cand. med. H. Wagner (unter den Versuchsprotokollen Nr. 20). Wir müssen weiter unten auf dieselben zurückkommen.

Näher auf die Angaben über die Hypnose bei Säugethieren und Vögeln hier einzugehen liegt kein Grund vor, es sei nur bemerkt, dass Preyer seine erste Ansicht voll aufrecht hält und besonders durch die Beobachtung an diesen Thieren gestützt findet. Auch die Versuche manche andere Escheinungen, z. B. die Folgen des Blitzschlages, dem Begriff der Schrecklähmung unterzuordnen, lassen wir auf sich beruhen und wollen nur noch kurz eine Definition der Kataplexie aus den theoretischen Betrachtungen herausschälen. Die drei Termini, welche die Entwickelungsstufen des in Rede stehenden Zustandes darstellen, sind Schreck, Resignation, Angst. Das Thier erschrickt, „entsagt, giebt seine Rettungsversuche auf und verharrt einige Minuten bewegungslos in tödtlicher Angst."

Im letzten Abschnitt der Abhandlung wird der Versuch gemacht, diese rein psychologische Hypothese in Einklang zu bringen mit den Beobachtungen und Theorien über die Hemmung von Reflexen, welche Goltz, Setschenow u. A. publicirt hatten. Er nimmt an, „dass die Thiere, von Furcht gebannt, ihren Willen und ihre Ueberlegung verlieren, indem die plötzliche starke periphere Reizung, wenn sie auch keine Schmerzempfindungen zur Folge hat, diejenigen Stellen der nervösen Centralgebilde ausser Thätigkeit setzt, von welchen willkürliche Bewegungen ausgehen.“ Dies letztere soll mittels Erregung von Hemmungscentren geschehen, welche Preyer sich anzunehmen genöthigt sieht, sowohl für das „Willenscentrum“ als auch für die reflectorischen Apparate im Rückenmark.

Einer neuen experimentellen Untersuchung wurden die einschlägigen Erscheinungen von Danilewsky[21] unterzogen. Er bestätigte, was schon Preyer gegen Heubel hervorgehoben, „dass Beseitigung aller äusserer Reize nicht absolut nothwendig sei.“ Er entfernte die Nickhaut und liess direktes Sonnenlicht in die Augen fallen, doch kam Hypnose zu Stande. Auch continuirlich steigende Belastung der Hinterbeine störte dieselbe nicht, wohl aber sprungweises Vertauschen der Gewichte. Genauer prüft Danilewsky die Antwortbewegungen bei hypnotisirten Fröschen nach der Türk'schen Methode und mittels electrischer Reizung und findet, dass dieselben bei sonst intacten Thieren stark gehemmt sind, dass dagegen bei entgrosshirnten Fröschen die tactile Hyperästhesie während der Hypnose ohne Aenderung fortbesteht. Er nimmt deshalb an, dass für die hypnotische Hemmung das Grosshirn nothwendig ist.

Durch seinen „Dyspnoe- oder Asthmaversuch“ will er weiter nachweisen „dass der Wille auch in Bezug auf innere Anregung nicht wegen einer allgemeinen Hirnlähmung, sondern besonderer centraler Hemmungsvorgänge ausbleibt.“ Legt man einem normalen Frosch ein Stückchen nasses Fliesspapier über die Nasenlöcher, so wischt er es in 1 bis $^1/_2$ Min. ab. Diese

Handbewegung soll „als das Resultat eines elementaren Denkens, welches die tactile Empfindung mit dem allgemeinen Dyspnoegefühl in genetische Beziehung zusammenstellt", zu betrachten sein, ohne merklichen reflectorischen Charakter. Ein hypnotischer Frosch ebenso behandelt, bekommt Dyspnoe, erwacht und wischt jetzt erst ab. Daraus folgt, „dass die willkürlichen Impulse trotz der inneren starken Anregung vollständig gehemmt sind." Auf Grund dieser beiden Beobachtungen erklärt er, dass die hypnotische Hemmung vom Grosshirn ausgehe.

Gleich darauf aber berichtet der Verfasser selbst, dass auch der entgrosshirnte Frosch das Papierstückchen abstreift, jezt ist die Bewegung aber eine „zweckmässige, reflectorische" und es wird ein „Centrum für die Wahrnehmung des Athmungshindernisses sowie auch für die entsprechende Abwehrbewegung" constatirt.

Auch in Bezug auf die Reflexe findet sich ein diametraler Widerspruch auf gegenüberstehenden Seiten. Pag. 506: „pathische Reflexe, für welche die Hemmungsvorrichtungen im Mittelhirn Platz haben, sind vom Vorderhirn kaum beeinflusst." Dagegen pag. 507: „damit wird das Vorhandensein der Hemmungsvorrichtungen oder besser einer reflexhemmenden Fähigkeit der grossen Hemisphären unter gewissen Umständen wieder auf's Neue bestätigt. Diese Unterdrückung bezieht sich sowohl auf die pathischen Reize als auch auf die tactilen, was schon von Goltz bei seinen sinnreichen Untersuchungen bemerkt worden war." Ebenso unvermittelt stehen sich die Aeusserungen über das Resultat der ganzen Untersuchung gegenüber. Einmal lautet die Antwort: „das Misslingen der Abwehrbewegungen ruft eine Lähmung des Willens hervor, welche wir als eine partielle psychische Erschöpfung bezeichnen können." Ein anderes Mal: „die Hemmung der willkürlichen Antwortsbewegungen während der Hypnose ist einem thätigen Zustande zuzuschreiben."

Im Anfang der Abhandlung nähert sich der Verfasser der

Auffassung Preyers und meint, dass die aussergewöhnlichen Gefühlsempfindung, durch das Festhalten und spätere Verbleiben in der ungewohnten Lage, auf psychoreflectorischem Wege als Ausdruck des Schreckens die Hemmung hervorrufe. Am Schluss dagegen ist er geneigt, von einem im Corpus striatum vermutheten vasomotorischen Centrum für das ganze Grosshirn die ganze Erscheinungsreihe als „Grosshirnanämie“ zu erklären.

Bei der Wiederholung der Versuche von Lewisson findet er, dass hier die Herabsetzung der Reflexerregbarkeit unabhängig vom Grosshirn sei, und bemerkt gelegentlich bei gleichen Experimenten an entgrosshirnten Thieren, dass die Herzthätigkeit stark herabgedrückt sei.

Zum Schluss vertieft sich Danilewsky in eine „phylogenetische Entwicklung des Hypnotismus“, wohin wir ihm nicht mehr folgen wollen.

Aus dieser ganzen Literaturübersicht geht hervor, dass über die in Rede stehenden Erscheinungen wenig thatsächliches Beobachtungsmaterial vorliegt gegenüber der reichlichen theoretischen Verbrämung, dass speciell über die Herzthätigkeit in der Hypnose nur 4 Versuche von H. Wagner, im Shock noch gar keine vorhanden sind; wollen wir also über dieselbe etwas erfahren, so sind wir auf eigene Untersuchung angewiesen.

„Jeder Eindruck, jede Empfindung von einiger Lebhaftigkeit hallt im Herzen wieder und verändert seinen Rhythmus und die Energie seiner Contractionen.“ (Magendie.)

Gilt das schon in vollem Masse von Warmblütern, so hat der Satz doch noch fast ausgedehntere Anwendbarkeit auf den wechselwarmen Frosch, dessen Organismus gewissermassen wie eine Magnetnadel ohne Hemmung auf jede Veränderung der äusseren Bedingungen mit einem grösseren „Ausschlag“ antwortet und in langandauernder Schwingung erst den ent-

sprechenden Ruhepunkt gewinnt. Das empfindlichste Reagens für den Grad einer solchen Störung ist das Herz, durch welches sie ja auch zum guten Theil zum Ausgleich gebracht wird. Die Aussentemperatur z. B. ruft durch ihre Schwankungen sehr starken Wechsel in der Frequenz der Herzcontractionen hervor. An heissen Tagen des Hochsommers kann man um die Mittagszeit 70 bis 80 Systolen in der Minute zählen, am frühen Morgen dagegen beim gleichen Thier 30 bis 40. Ein ruhig hockender Frosch hatte in der Minute eine Pulsfrequenz von 36, aufgescheucht machte er 3 Sprünge auf dem Erdboden und sass dann wieder still, jetzt contrahirte sich das Herz 54 Mal in der Minute. Die Bewegungen an sich, der Affect in dem sie ausgeführt wurden, finden in dieser Steigerung ihren Ausdruck.

Oeffnet man gar den Thorax und legt das Herz mehr weniger frei, so setzt man damit das empfindliche Organ noch direct dem Ansturm der äusseren Reize aus, auf welche es schon so ausgiebig reagirt, wenn sie ihm nur auf physiologischem Wege zugetragen werden. Die nun zu beobachtenden Bewegungen sind die Resultante so vieler concurrirender Factoren, dass es fast unmöglich ist, die Wirkungen eines derselben zu isoliren und gewiss zu sein, dass eine Aenderung desselben auch wirklich der Grund einer beobachteten Schwankung in der Herzthätigkeit ist. In unserem Falle: Wir legen das Herz eines Frosches frei und versetzen das Thier sofort in Hypnose, zählen 70 Herzschläge in der Minute, nach 4 Stunden 8 Minuten ist die Frequenz auf 30 gesunken.

Drei andere Frösche werden in der Rückenlage hypnotisirt, die „Kataplexie“ beginnt beim ersten mit 46 Systolen und endet nach 31 Minuten mit 30; beim zweiten Beginn mit 52, Ende nach 6 Minuten mit 42; beim dritten anfangs 40 Schläge, nach 25 Minuten 25. (Versuche des cand. med. Herrn Wagner bei Preyer 20.)

Können wir auf Grund dieser Beobachtungen irgend etwas über die gesuchte Beziehung zwischen Herzthätigkeit und Hyp-

nose aussagen? Gewiss die Pulsfrequenz „hat unmittelbar nach Beginn der Kataplexie erheblich abgenommen“, aber ist das Folge der Kataplexie? Ist die zu Beginn gefundene Zahl die Norm von der durch den veränderten Zustand die Frequenz gefallen oder drückt dieselbe eine Steigerung über die Norm aus, und ist diese die Folge der Kataplexie, und fällt in weiterem Verlaufe die Frequenz zur Norm oder gar unter dieselbe?

Kurz, die angezogenen Beobachtungen, die einzigen, welche vorliegen, können einen Causalnexus zwischen dem Sinken der Herzfrequenz und der Kataplexie schon allein deshalb nicht erweisen, weil die Zahl der Herzschläge der Versuchsthiere vor und nach der Kataplexie unter sonst gleichen äusseren Bedingungen, aber in völliger Ruhe nicht angegeben ist.

Aus dem oben angeführten geht hervor, dass die normale Frequenz beim Frosch im Monat Juli zwischen 25 und 70 schwanken kann.

Die Beobachtung der Thiere unter möglichst gleichen äusseren Bedingungen, in ungestörter Ruhe einmal und dann in der Hypnose ist also unbedingt erforderlich, um ein Urtheil darüber sich bilden zu können, wie die Herzthätigkeit in beiden Zuständen sich unterscheidet, um zu erkennen, welchen Einfluss die Manipulation des Hypnotisirens auf dieselbe hat. Weiter muss von beweiskräftigen Beobachtungen gefordert werden, dass, soweit irgend möglich, das Herz selbst nicht störenden Nebenwirkungen ausgesetzt wird, es darf nicht freigelegt werden, wenigstens nicht unmittbar vor dem Versuch. Um diese Bedingung ganz zu erfüllen, nimmt man am besten solche Frösche zu Versuchsthieren, welche deutlich durch die Haut den Herzschlag erkennen lassen, oder aber, will man sich die Beobachtung erleichtern, so kann man von einem seitlichen Hautschnitt aus gewissermassen subcutan einen Theil des Sternums reseciren, so dass jetzt das Herz nur noch von der intacten Haut bedeckt ist; endlich macht es bei Beachtung aller Nebenumstände selbst nicht viel aus, wenn man auch das Herz freilegt, falls das Pericard geschont bleibt. In keinem Falle darf

man unmittelbar nach den beiden letzterwähnten Eingriffen die Hypnose einleiten.

In Folgendem wird nur auf Beobachtungen Bezug genommen, die an intacten Fröschen angestellt, oder an solchen, welche 1—2 Tage vorher nach der zweiten Methode behandelt waren. Die Versuchsthiere befanden sich während der Hypnose in einer gläsernen feuchten Kammer, in welcher auch die normale Herzfrequenz vor und nach dem Versuche festgestellt wurde.

In dieser Weise kamen an 40 frischgefangenen Fröschen im Monat August und September gegen 100 Hypnosen zur Beobachtung, welche 30 Minuten und darüber währten, unter diesen erreichten 20 eine Dauer von über einer Stunde. Das erreichte Maximum betrug 7 Stunden 17 Minuten.

Stets wurde nach Feststellung der Herzfrequenz in der Minute das Thier schnell auf den Rücken gedreht und so mit der Hand bedeckt, dass dieselbe einen grossen Theil des Thieres berührte, ohne das Herz zu verdecken. Die Pulsschläge wurden gezählt bis Ruhe des Thieres eintrat, dann die Hand fortgenommen und weiter während der ganzen Dauer der Hypnose von 5 zu 5 Minuten eine Minute hindurch die Systolen ausgezählt.

Das Resultat der ganzen Beobachtungsreihe war hier folgendes:

1) Es gelingt durch sicheres Nachhintenumwenden ganz frische muntere Frösche auf den Rücken zu legen, ohne dass sie eine Abwehrbewegung machen; man beobachtet nur, dass die Extremitäten fester an den Leib gezogen werden, sonst findet in der hockenden Haltung keine Aenderung statt. In diesen Fällen tritt der hypnotische Zustand ein ohne die geringste Aenderung in der Herzfrequenz.

2) Macht der Frosch aber starke Abwehrbewegungen oder gelingt es ihm ein oder das andere Mal zu entkommen, so dass er erst wieder eingefangen werden muss, so steigt die Frequenz des Herzschlages jedesmal während dieses

Kampfes, oft auf das Doppelte der normalen. Tritt aber doch Hypnose ein, so sinkt der Herzschlag schnell in den ersten 5—15 Minuten bis zu einer Zahl, welche der Norm sehr nahe steht, oder ihr gleich ist, und erhält sich dann auf derselben.

3) War der zu überwindende Widerstand sehr heftig, die Steigerung der Frequenz im Beginn sehr hoch, so kann für die Dauer der ganzen Hypnose (bis 52 Minuten) eine Erhöhung gegenüber der Norm bestehen bleiben.

Für alle drei Fälle giebt Versuch Nr. 7, weil zusammen an einem Thier beobachtet, ein gutes Beispiel.

11. Sept. R. esculenta, 9.30 Vorm., in Ruhe 32 Systolen pr. Min., auf den Rücken gedreht, tritt ohne jede Abwehrbewegung Hypnose ein bis 10.10, während derselben (40 Min.) dauernd 32 und 33 Systolen.

Von 10.10—10.15 starker Widerstand gegen eine neue Hypnose, es springt das Thier einmal vom Tisch, als doch Ruhe eintritt (10.15) 64 Herzschläge, um 10.40 52 Systolen, von 10.45—11.7 50.

Um 11.15 nach geringem Widerstand 3. Hypnose, beginnt mit 56 Systolen, 11.30 46, bis 12.17 stets 44 und 43, womit die Hypnose endet (Dauer 1 Stunde 2 Min.).

12.33 bei Ruhe in der feuchten Kammer 44, um 4 Uhr Nachmittags 40, um 5.30 32.

4) Während der Hypnose kann die Frequenz des Herzschlages „vorübergehend zunehmen“, was Preyer in Abrede stellt (pag. 96), und zwar:

a) Im Anschluss an die normale Tageschwankung, die wohl zumeist von der Aussentemperatur abhängt. So begann der oben mitgetheilte Versuch der Hypnotisirung Morgens 9.30 mit 32 Systolen in der Ruhe. Wenn während der letzten Hypnose von der Dauer einer Stunde die Frequenz sich hielt auf 43—44, so drückt das die physiologische Mittagsteigerung aus, welche unter den gleichen Verhältnissen der wache Frosch auch zeigt, was dadurch bewiesen wird, dass 12.33, also nach

$^1/_4$ Stunde vollkommener wacher Ruhe, auch 44 gezählt wurde. Erst 5.30 war wieder die Anfangszahl 32 erreicht.

b) Durch jede Temperatursteigerung (direktes Sonnenlicht).

c) Zugleich mit den von Danilewsky zuerst beschriebenen Bewegungen, welche in der Hypnose auftreten können, ohne dieselbe zu unterbrechen.

5) Abgesehen von den sub 4 angeführten Schwankungen blieb die Herzfrequenz auch während der längsten Hypnosen, welche zur Beobachtung kamen (4, 5, 6 und $7\,^1/_4$ Stunden), constant und stand der Norm sehr nahe, höchstens wurde eine Differenz von 4 Schlägen auf die Minute beobachtet, meist waren beide Zahlen gleich.

Für 4 und 5 diene als Beispiel: Nr. 21.

12. Sept. R. esculenta; sehr lebhaftes Thier. 5 Uhr Nachm. 52 Systolen pr. Min., mehrmals gelingt der Versuch, das Thier zur Ruhe zu bringen, nicht; endlich tritt sie ein, 6 Uhr, mit 60 Contractionen.

6.7 52, 6.15 44, 6.35 40, von 6.35 bis 11.50 wird 40, 39, 38 gezählt, um 11.50 wird der Versuch gemacht, den nassen Bogen Fliesspapier, auf dem das Thier liegt, aufzuheben. Da macht der Frosch mit dem einen Hinterbein eine Streckbewegung und richtet den Oberkörper halb auf, sinkt nach einigen Secunden aber wieder zurück. Herzschlag dabei 40, von 12.15 bis 1.17 meist 37, ab und zu 38 Systolen.

13. Sept. 1.17 erwacht auf ein leises Strecken des Hinterbeins, dreht sich geschickt um, Quakversuch gelingt, aber veranlasst das Thier zum Sprung vom Tisch. Dauer der ganzen Hypnose 7 Stunden 17 Minuten. — 1.20—1.45 in der feuchten Kammer in Ruhe 37—38 Systolen.

13. Sept. 9 Uhr Morgens 40, 42 Systolen, dauernde Hypnotisirung gelingt nicht wieder.

6) Während der Hypnose gelingt der Goltz'sche Klopfversuch.

Neben der speciellen Achtsamkeit auf die Herzthätigkeit wurde auch das übrige Verhalten der Thiere soweit möglich

beobachtet, es konnten die darauf bezüglichen Angaben der Autoren zumeist bestätigt werden. Hier sei daher nur kurz das Wichtigste zusammengestellt:

Es kann gar keinem Zweifel unterliegen, dass stärkste Sinneseindrücke von Auge und Ohr weder das Zustandekommen der Hypnose verhindern, noch auch dieselben zu unterbrechen im Stande sind, falls sie nicht mit Erschütterung verbunden auftreten. Diese, wie alle Reize, welche die Hautsensibilität betreffen, erwecken leicht die Thiere. Um mit Auftupfen von verdünnter Essigsäure einen hypnotisirten Frosch zu erwecken, bedarf es einer stärkeren Concentration, als um einem wachen Wischbewegungen abzunöthigen, doch bestehen normal hier grosse individuelle Unterschiede.

Geht schon hieraus mit Sicherheit hervor, dass von einer Identität des Zustandes mit physiologischem Schlaf nicht die Rede sein kann, so wurde doch noch eine kleine Versuchsreihe (12) des Nachts gemacht, wo die Erfüllung der von Heubel geforderten Bedingungen „Ausschluss möglichst aller äusseren Reize" vollkommen erfüllt war; dennoch zeigte sich kein Unterschied im Vergleich zu den Versuchen am Tage. Einige Thiere waren überhaupt nicht zu hypnotisiren.

Die Cornea ist in der Hypnose fast unempfindlich. Durch sicheren, gleichmässigen Zug kann man die Stellung der Extremitäten willkürlich verändern. Während der Hypnose finden oft, ohne sie zu unterbrechen, wie schlaftrunkene Bewegungen statt, halbes Aufrichten des Rumpfes, Falten der Hände, Streckbewegungen der Beine. Einzelne Thiere hielten Secunden lang ein fast gestrecktes Hinterbein in der Luft unter deutlichem Zittern, dann sank es langsam auf die Unterlage nieder. Es tritt also auch bei Fröschen unter Umständen Zittern in der Hypnose ein wie bei Säugern, was Preyer leugnet.

Eine eigenthümliche motorische Erscheinung, die an die automatischen Bewegungen bei hypnotisirten Menschen erinnert, beobachtete ich zweimal: Bei Fröschen, welche gegen 3 Stunden in der Hypnose gelegen hatten, wurde ein

Hinterbein aus der vollkommen flectirten Lage langsam bis zum rechten Winkel gestreckt, dann losgelassen, kehrte das Bein in seine alte Lage zurück. Nach wenig Secunden aber streckte der Frosch das gleiche Bein genau bis zur selben Stellung, hielt hier eine Weile zitternd inne und zog es dann langsam wieder an, um nach wenigen Secunden das gleiche Manöver noch einmal auszuführen; 10 Minuten später etwa wurde dann der Versuch wiederholt, um beide male zu missglücken, die Thiere sprangen munter davon. An einigen weiteren Fröschen wurde auch nur die Hypnose gestört.

Ein deutlicher Tonus der Muskulatur ist selbst bei der längsten Hypnose stets vorhanden.

Wie schon erwähnt, hatte es keinen merkbaren Einfluss auf das Eintreten und die Dauer der Hypnosen, ob die Versuche zur Nachtzeit angestellt wurden, oder am Tage, ob die Thiere blind und taub waren oder nicht. Nicht so sicher ist nach den vorliegenden Resultaten zu entscheiden, ob das Vorhandensein oder Fehlen der halbzirkelförmigen Kanäle von Bedeutung für den Zustand ist, wie man vermuthen könnte.

Frösche, welche man zum Theil mit einem gleichmässigen Druck belastet, scheinen nur kürzere Zeit der Hypnose zu verfallen. Als günstig für schnelles Eintreten und lange Dauer könnte ich nur folgende Modificationen des Verfahrens bezeichnen. Sobald die Thiere umgedreht waren und still lagen, wurde über sie ein Stück angefeuchtetes Seidenpapier gebracht. Dieses schliesst sich eng den Formen des Frosches an, umgiebt ihn wie ein Spinnennetz, das auf die leiseste Bewegung zerreissen würde. Die so behandelten Thiere schliefen im Durchschnitt länger als andere.

Schon Heubel giebt an, und die anderen Beobachter haben es bestätigt, dass beim Beginn der Hypnose die Frösche oft quaken und dass der Goltz'sche Quakversuch in dem Stadium der Depression, welches noch einige Secunden lang nach dem Erwachen besteht, gut gelingt.

Tritt der Reflex auch während einer andauernden Hypnose ein, oder ist er gehemmt? Diese Frage musste uns besonders interessiren als Parallele zum Klopfversuch. Es gelang nachzuweisen, dass während der Dauer einer Hypnose und ohne sie zu unterbrechen, der Vagusreflex sich exact abspielt. Wie ist es mit dem Stimmreflex?

Nach langen vergeblichen Versuchen — manche schöne Hypnose fand dabei ihr jähes Ende — führte der folgende Weg zum Ziel:

Der Frosch wurde in Rückenlage mit vollkommen angezogenen Extremitäten auf die schwachgewölbte, etwa thalergrosse Holzplatte eines Pillenglases gelegt. Hier befand er sich natürlich in sehr labilem Gleichgewicht. Wurde nun im Verlauf der Hypnose eine der oben erwähnten traumhaften Bewegungen ausgeführt, so veranlasste dieselbe, falls sie der Beobachtung nicht einen unwillkommenen Abschluss gab, meist eine Zeigerbewegung des Froschleibes, welche oft genügte, um ein deutliches Quaken auszulösen, wodurch die Hypnose selbst nicht gestört wurde.

Seltener gelang es durch ein willkürliches leises Drehen des Thieres auf seiner Unterlage, das gleiche Resultat zu erzielen, meist erwachte dabei der Frosch.

Es ist wohl kaum nöthig hervorzuheben, dass Niemand bisher, auch ich nicht, bei meinen 6—7 stündigen Hypnosen, den Frosch jemals hat spontan quaken hören.

Aus den mitgetheilten Beobachtungen und Versuchen sind zusammenfassend abzuleiten und als für unseren Zweck wichtig hervorzuheben, folgende drei Sätze:

1) Die Herzthätigkeit des Frosches in Hypnosen bis $7\,^1/_4$ Stunden zeigt keine Veränderung, welche als eine Wirkung der Hypnose aufzufassen wäre.

2) Das Herzhemmungscentrum reagirt unter dem Bestehen einer Hypnose wie normal.

3) Die reflectorische Erregung der Stimme des Frosches gelingt in der Hypnose, ohne dieselbe zu stören.

Die oben zusammengestellten Theorien über die Genese der Hypnose wurden ausgebildet ohne Rücksichtnahme auf die Herzthätigkeit. Da wir jetzt das Verhalten derselben kennen, so können wir daran ermessen, wie weit jene von einzelnen Erscheinungen abgeleiteten Hypothesen bei Erweiterung der thatsächlichen Beobachtung noch zutreffend sind. Andererseits sind wir uns wohlbewusst, dass noch manche Frage zu lösen, noch manches Experiment mit hypnotischen Thieren anzustellen sein wird, ehe man die Erscheinung als genügend durchforscht halten kann, um eine allgemeine abschliessende Ansicht aussprechen zu können, ja auch dann noch wird dieselbe wahrscheinlich eine sehr bedingte sein, da bisher das ganze Gebiet, dem unsere Erscheinung einzuordnen wäre, die functionellen Störungen des Centralnervensystems, auf allen Punkten noch gleich dunkel ist.

Zuerst haben wir uns mit dem Einwurf zu beschäftigen, welchen Preyer gegen Heubel erhoben hat und den man auch unseren Beobachtungen wieder entgegen halten könnte.

Die lange dauernden Hypnosen der Frösche, meint Preyer, setzen sich zusammen aus einer Anfangskataplexie, welche etwa eine Stunde dauert, und aus einem darauf folgenden Stadium des Collapses, des Torpors, welches Heupel mit Schlaf verwechselt haben soll. Der Uebergang der beiden Zustände in einander soll erkannt werden können an dem Schwinden des Muskeltonus.

Gestützt wird diese Ansicht durch die schon angezogene Beobachtung, dass er Frösche, welche mit einer Bindfadenschlinge gefesselt oder mit einer Zange schnell und fest ergriffen und so kataplegisch gemacht waren und dann in einer unter die Vorderbeine angelegten Schlinge vertical aufgehängt wurden, nach 24 Stunden todt in der Anfangsstellung fand.

Diese Angaben fallen vollkommen hier ausser Betracht, weil sie auf Frösche Bezug haben, welche unter der Einwirkung des Shock standen, nicht aber der Hypnose im Sinne Heubels. Ferner ist auch der Shock nicht rein, sondern, nach

dem was Preyer darüber angiebt, sind seine Beobachtungen denen von Lewisson an Fröschen mit einem Kautschukring um den Hals gleichzusetzen. Nur diese Thiere starben auch bei jenem innerhalb 24 Stunden, wurde aber die Ligatur so ausgeführt, dass die Athmung und die Circulation in den Gefässen nicht behindert war, so sah Lewisson niemals Tod eintreten.

Weiter giebt Preyer allerdings auch an (pag. 65), dass auch nach mehrstündiger Kataplexie auf dem Rücken liegender normaler Frösche ein pathologischer Zustand eintrete, ausgezeichnet durch enorme Reflexpression, welche mit dem Tod des Thieres enden könne; ob er aber selbst das gesehen, giebt er nicht an, sondern bezieht sich als Beleg dafür wieder auf die schon erwähnte Beobachtung an aufgehängten Thieren. Nur in der Arbeit von Heubel ist eine direkte Angabe derart enthalten.

Es ist Versuch Nr. 4 an entgrosshirnten Fröschen. Hier wurde eine 6 stündige Hypnose beobachtet und in derselben trat dann später in der Nacht Tod ein. Heubel giebt aber ausdrücklich an, dass bei der Operation das betreffende Thier sehr viel Blut verloren habe und legt selbst der Beobachtung deshalb mit vollem Recht kein Gewicht bei.

Es ist demnach gegenüber der Angabe von Preyer hervorzuheben, dass bisher keine Hypnose bei einem normalen Frosch bekannt geworden, die mit Tod geendet hat. Ferner ist es uns nicht gelungen, während der Dauer der langen Hypnose eine bedeutende Abnahme oder gar ein Schwinden des Muskeltonus zu beobachten. Man kann sich von dem Bestehen desselben ja leicht durch einen Versuch, die Lage der Extremitäten willkürlich zu ändern, überzeugen. Besonders augenfällig wird er aber dann, wenn, wie gar nicht selten, die Glieder Secunden, ja Minuten lang in künstlich gegebenen Stellungen frei in der Luft verharren. Auf diese kataleptischen Erscheinungen hat schon Danilewsky hingewiesen.

Endlich schliesst die Thatsache, dass die Herzthätigkeit

bis zu $7\,^1/_4$ Stunde weder an der Frequenz noch in dem Modus der Contractionen sich merklich verändert, wohl sicher die Annahme eines Collapszustandes aus.

Es liegt deshalb kein Grund vor, die in Rede stehende Erscheinung an Fröschen von der Bezeichnung „Hypnose“ in Czermak's Sinne auszuschliessen. Uebrigens rechnet ja auch Preyer die erste Stunde mit zu seiner Kataplexie und nimmt für sie die gleiche Entstehungsursache an, wie für die analogen Zustände bei Säugethieren und Vögeln, deren Beobachtung wohl massgebend für seine Theorie war. Für Heubel und Danilewsky bildete dagegen der Frosch den Hauptausgangspunkt der Betrachtung.

Dass wir mit Preyer und Danilewsky aus den schon besprochenen Gründen die Erklärung von Heubel für widerlegt durch Thatsachen erachten, ist schon gelegentlich hervorgehoben worden.

Kurz haben wir noch einzugehen auf das Verhältniss unserer Beobachtungen zu den Theorien von Preyer und Danilewsky.

Wie aus den oben angeführten Aeusserungen beider hervorgeht, haben sie gemein, dass sie das Aufhören der willkürlichen Bewegungen und die verminderte Reaction auf Hautreiz ableiten von einer Erregung hemmender Centren, welche den psychomotorischen des Grosshirns und den Reflexcentren der Medulla und des Rückenmarks entgegengesetzt werden. Der Unterschied in den beiden Theorien liegt darin, dass Preyer die Erregung der Hemmungscentren ableitet von der Furcht, dem Schrecken, der Angst, „das Thier bewegt sich nicht mehr, weil es glaubt, es werde noch gehalten.“ Die sensiblen Eindrücke bei der Einleitung der Hypnose sollen diesen physischen Effect hervorrufen. Danilewsky dagegen nimmt so gut wie keine Rücksicht auf jene Affecte und lässt direkt die ungewohnten Gefühlsempfindungen, welche durch die erzwungene Lage hervorgerufen werden, die „Hemmungscentren beeinflussen. Es ist ersichtlich, dass beide An-

sichten unter dem Einfluss der Lehre von der Reflexhemmung und den modernen Arbeiten über Localisation der Grosshirnfunctionen entstanden sind.

Die Affecte, Schrecken, Angst, sind Grenzbegriffe, welche der Physiologie nur eine Seite zukehren, nur in beschränktem Masse mit den Mitteln derselben analysirbar sind. Wo sie in dem Rahmen einer physiologischen Untersuchung erscheinen, befindet man sich in steter Gefahr, plötzlich — in's Leere zu treten. Hier kommt es auf den feinen physiologischen „Tastsinn" an, der es um keinen Preis gestattet, auch nur einen Schritt von dem festen Grund der Beobachtung hinaus zu thun in's Reich der Speculation, wo Alles gilt, was nur denkbar ist.

Für die Physiologie des Grosshirns des Frosches haben die Goltz'schen Beiträge, um es kurz zu sagen, den wissenschaftlich sicheren Boden abgesteckt, die Methode der Forschung bestimmt. Indem wir uns ganz auf den gleichen Standpunkt stellen, müssen wir die Deduction von Heubel als vollberechtigt anerkennen. Einen Frosch, dem das Gehirn bis zum Kleinhirn fehlt, sind wir nicht berechtigt in tiefster Rückenmarksseele erschrecken zu lassen. Die dagegen von Preyer erhobenen Einwendungen sind transcendent, überschreiten die Grenzen der Physiologie. Jedoch darf hier nicht unerwähnt bleiben, dass zwar Preyer selbst zugiebt, Frösche, denen das Grosshirn in der oben erwähnten Weise geraubt worden war, hypnotisirt zu haben, dass aber doch die Angabe von Danilewsky: „bei entgrosshirnten Thieren seien in der Hypnose die Antwortbewegungen nicht gehemmt" zu einer neuen eingehenden Prüfung auffordert.

Sei dem aber wie ihm wolle, aus den oben mitgetheilten Beobachtungen geht auch ohne Rücksicht auf die Erfolge an enthirnten Thieren hervor, dass bei Fröschen der Schreck und die Angst nicht die Hauptrolle spielen. Man kann wohl sicher sein, dass wenn heftige Affecte die Seele eines Frosches

bewegen, sie ihren besten physiologischen Ausdruck finden werden in der Herzthätigkeit. An diese haben wir uns gehalten und auf eine Deutung der Physiognomie der hypnotisirten Frösche verzichtet. Und weil sich ergab, dass es gelingt muntere Frösche in die Hypnose zu versenken ohne eine Aenderung des Herzschlages, so folgt daraus, dass wir in diesen Fällen keine grosse Gemüthserschütterung annehmen dürfen. Kann aber Hypnose ohne dieselbe eintreten, so ist die Aufregung, welche in anderen Fällen die Herzfrequenz so gewaltig steigern kann, kein Erforderniss für das Zustandekommen derselben, sondern eine Complication.

Noch weniger objective Anhaltspunkte bietet der beiden gemeinsame Theil der Hypothesen, die Annahme einer activen Hemmung der willkürlichen wie reflectorischen Bewegungen von besonderen Centren aus. So lange die Hemmungscentren selbst noch Gegenstand so grosser Meinungsverschiedenheiten sind, können sie kaum mit Nutzen als Grundlage zum Aufbau einer Theorie der Hypnose verwandt werden, auch können die dahin gehenden Versuche nur im Zusammenhange mit der ganzen Lehre von der Hemmung gewürdigt werden, was hier zu weit führen würde. Den Vermuthungen beider Forscher über den Zustand postulirter Centren stellen wir deshalb nur die Thatsache gegenüber, dass eine Lähmung des Herzhemmungscentrums in der Medulla, des einzigen allgemein anerkannten Hemmungscentrums, nicht durch die Hypnose gesetzt wird, denn es reagirt exact auf den Klopfversuch, dass aber auch dasselbe nicht nachweisbar erregt ist, denn die Herzfrequenz sinkt nicht mit dem Eintritt der Hypnose.

Ferner läuft auch während der Hypnose der Quakversuch ab, woraus folgt, dass „ein Hemmungscentrum“ für ihn nicht erregt sein kann. Diese Thatsache widerspricht vielmehr direct der ganzen Hypothese.

Hier haben wir es nicht mit einer abnormen Hemmung zu thun, es ist vielmehr die normale Hemmung aufgehoben, welche das intacte Thier durch sein Grosshirn erfährt und zwar

nicht von einem Extracentrum dafür, sondern durch die störenden sich vielfach durchkreuzenden anderweitigen Erregungen, wie das Goltz gerade an diesem Versuch entwickelt hat.

Der hypnotisirte Frosch verhält sich gegen den Quakversuch wie ein grosshirnloser. Es beweist also der Versuch einmal, dass die Medulla mit ihrem Reflexbogen frei ist, zweitens, dass das Grosshirn in seiner Function geschädigt ist.

Wie weit die Thatsache, dass die Antwortbewegungen zu ihrer Auslösung eines stärkeren Reizes bedürfen, als normal, auf eine Hemmung der Thätigkeit der Reflexcentren zu beziehen, wie weit hier vielleicht auch das Grosshirn mitspielt, oder gar eine Herabsetzung der Empfindlichkeit der sensiblen Fasern an irgend einer Stelle ihres Verlaufes, darauf kann nur eine erneute Untersuchung der Zustände bei Thieren mit theilweise zerstörtem Gehirn Aufschluss geben. Wieweit hier die Angaben von Danilewsky sich bestätigen werden, ist abzuwarten.

Dass endlich jeder sichere Anhalt fehlt, welcher die Ansicht unterstützen könnte, es handle sich in der Hypnose um die Folge einer Gehirnanämie, sei noch kurz hervorgehoben.

In der Absicht etwas über die Thätigkeit des Herzhemmungscentrums zu erfahren, wurde die Untersuchung der Hypnose unternommen. Wir erwarteten, dass bei einer so bedeutenden functionellen Störung im centralen Nervensystem auch die so empfindliche Herzinnervation sich ändern würde.

Der Erfolg erfüllte diese Erwartung nicht. In der Hypnose hört der Wille auf, die Hautsensibilität ist bedeutend herabgesetzt, aber die Innervation des Herzens zeigt keine Veränderung. Die Medulla nimmt an der Störung nicht Theil, dieselbe scheint vom Gehirn auf's Rückenmark überzuspringen, falls nicht Danilewsky Recht hat, welcher sie nur an das Gehirn binden zu wollen scheint.

In noch überraschenderer Weise trat aber diese functionelle Unabhängigkeit zu Tage, als die Shockwirkung der Beobachtung unterzogen wurde. Behandelt man Frösche in der Art, wie

Lewisson es angiebt, so erhält man allerdings das gleiche Bild wie bei einer Hypnose, wodurch auch wohl Preyer veranlasst wurde, beide Erscheinungsreihen zu identificiren in seiner „Kataplexie".

Aber es ist doch die Art des Eingriffs in beiden Fällen weit verschieden.

Bei der Hypnose verändern wir durch die ungewohnte Lage sicher bedeutend den Strom der Erregungen, welcher von der Haut dem Centralnervensystem zugeleitet wird, aber wir werden ihn kaum an irgend einer Stelle bedeutend erhöhen. Bei der Ligatur dagegen nach Lewisson wird eine maximale Reizung eines bestimmten Nervengebietes gesetzt.

Beiden gemeinsam ist allerdings möglicherweise eine starke physische Erregung, auf welche hin ja Preyer die Gleichartigkeit beider Erscheinungen annimmt.

Ferner ist nicht zu übersehen, dass die Ligatur stets schlagartig plötzlich wirkt (Shock), die Hypnose dagegen meist einiger Zeit bedarf um sich auszubilden. Umgekehrt dauert aber der Shock eine bestimmte Zeit an und es ist schwer ihn vorher aufzuheben, während die Hypnose leicht und schnell zu verscheuchen ist.

Endlich können wir den Shock willkürlich steigern und damit seine Symptome verstärken, wozu wir bei der Hypnose keine Handhaben besitzen.

Es wird somit berechtigt sein, die Vereinigung im Sinne Preyers wieder aufzugeben und hier bei unserm Frosch von Hypnose und Shock zu handeln, wodurch jedoch durchaus nicht im Allgemeinen die „Schrecklähmung" bestritten werden soll, nur für unser Versuchsthier und die in Rede stehenden Erscheinungen muss dieser Terminus abgelehnt werden.

Der Shock nach einer schnellen Ligatur einer Extremität oder nach einem ähnlich wirkenden mechanischen Insulte (Einklemmen in eine Klemmpincette irgend eines Körpertheils, am besten Extremitäten oder Aftergegend, Anhängen einiger Arterienklemmen) tritt je nach Stärke des Eingriffs und Empfind-

lichkeit des Individuums in zwei, dem Grade nach verschiedenen Formen auf:

1) Die Frösche zeigen das Verhalten wie es Lewisson beobachtete: Vollkommenes Aufhören der willkürlichen Bewegung, des Quakens, die Sensibilität ist sehr vermindert. Die Thiere lassen sich auf den Rücken legen ohne irgend eine Abwehrbewegung. Es wird aber der normale Habitus in Bezug auf die Lage der Gliedmassen behalten; zieht man ein Bein aus der Flexionsstellung heraus, so kehrt es langsam in dieselbe zurück. Die Herzthätigkeit ist unverändert, der Klopfversuch gelingt, und an sensiblen Thieren auch sehr schön der Quakversuch in der oben angeführten Weise. Nur stärkere Erschütterungen, starker Essigsäurereiz erwecken das Thier, freiwillig erwacht es nach einiger Zeit ganz wie aus einer Hypnose. Es verhalten sich also die Thiere im wesentlichen wie hypnotisirte, deshalb mag diese Form als hypnotische bezeichnet werden. Von ihr ist wesentlich verschieden:

2) Der Shock, welcher unter dem Bilde der schlaffen Lähmung auftritt. Er bezeichnet einen weit höheren Grad der Störung und ist dadurch charakterisirt, dass die normale Haltung des Thieres mit seinem Eintritt aufhört. Die Extremitäten hängen schlaff herab. Mit dieser Form wollen wir uns etwas näher beschäftigen.

Eine einfache Bindfadenschlinge schnell um ein Vorderbein eines agilen Frosches fest zugezogen versetzt ihn sofort in den in Rede stehenden Zustand. Das ganze Thier ist absolut schlaff, die Athmung hat aufgehört.

Nur das pulsirende Herz zeigt noch Leben und etwa eine einzelne Bewegung der Nickhaut eines Auges. Wir prüfen die Sensibilität, nur fast concentrirte Essigsäure ruft Wischbewegungen hervor und erweckt das Thier, ebenso starke electrische Reize. Ein Unterschenkel wird amputirt, der zweite, keine Reaction. Jetzt wird mit Scheere und Pincette das Herz vollkommen frei präparirt ohne irgend welche Lebensäusserung zu erwecken.

Das Herz schlägt voll und ruhig, wenige leise Schläge auf den Bauch und es steht still in schönster Diastole! Zwei, drei mal der gleiche Versuch, plötzlich springt das Thier auf und ist von einem normalen nicht zu unterscheiden.

Bei einer Vernichtung der Sensibilität derart, dass man das Thier in Stücke schneiden kann, ohne dass es eine Empfindung davon hat, bei vollkommener Schlaffheit der Scelettmusculatur arbeitet das Herz ruhig weiter und sein Centrum in der Medulla oblongata reagirt mit überraschender Exactheit auf den leichtesten mechanischen Reiz, der die Eingeweide trifft.

Was die Einzelheiten dieses so einfachen und stets gelingenden Versuchs angeht, sei Folgendes bemerkt: Wie lange die Wirkung des Shocks anhält, wenn keine gewaltsame Erweckung eintritt, kann ich mit Bestimmtheit noch nicht angeben, doch habe ich öfter erst nach einer Stunde spontanes Erwachen beobachtet. Mehrere der Versuchsthiere wurden noch drei Tage lang nach dem Experiment beobachtet, sie waren durchaus nicht von normalen zu unterscheiden, auch den Schnürring um das eine Vorderbein verloren sie mit der Zeit wieder, dauernde Störungen an den Extremitäten blieben nicht zurück.

Um diesen günstigen Ablauf zu befördern, wurde bei den Versuchen die Ligatur immer gleich wieder zerschnitten. Stellt man den Versuch an einem Thier an, bei dem die Herzcontractionen gut sichtbar gemacht sind, so kann man constatiren, dass, wenn die Ligatur exact ausgeführt wird, wobei die Wirkung schlagartig eintritt, die Herzthätigkeit keine Veränderung zeigt. Eine solche trat auch im weiteren Verlaufe der von mir beobachteten Fälle (bis 1 Stunde) nicht ein. Ob bei den so behandelten Fröschen der Zustand des Shocks in Tod übergehen kann, ist a priori nicht zu entscheiden, gesehen habe ich es nicht und glaube auch kaum, dass es bei dem Experiment, wie es oben beschrieben, leicht eintreten wird,

falls man mit frischen agilen Fröschen arbeitet. Der Quakversuch gelingt bei dieser Form nicht mehr.

Lewisson hat schon nachgewiesen, dass es sich bei solchem Shock-Versuch handelt um den gewaltigen Eindruck, welchen eine starke periphere Reizung auf das ganze Nervensystem macht — mit Ausnahme auf das Vaguscentrum und seinen Reflexbogen, müssen wir jetzt hinzufügen. Wir vermeiden es hier näher auf die Frage einzugehen, wie dieser Vorgang im Einzelnen zu denken ist, und wie es kommt, dass die Medulla frei bleibt, während das ganze andere centrale Nervensystem so völlig darniederliegt; sie würde uns wieder auf strittiges theoretisches Gebiet führen. Wir genügen uns auch hier die Thatsache zu fixiren und wenden uns jetzt der zweiten Art des Shocks zu, welche wir unterschieden haben: dem Erfolg direkter mechanischer Erschütterung. Damit ist erst das Gebiet erreicht, wo die grosse Empfindlichkeit der Medulla oblongata zu ihrem Rechte kommt.

Goltz hat nachgewiesen, dass man auf diesem Wege einen Shock erzielen kann, welcher alle Theile des Centralnervensystems betrifft, von Seiten der Medulla allgemeine Lähmung des Herzens und der Gefässe aufweist; hier ist die Wirkung vorübergehend, es blieb am ehesten eine Einbusse an Gehirnfunctionen.

Bei einer grösseren Serie derartiger Versuche mit Variation der Form und Stärke der Erschütterungen kommen alle möglichen Reiz- und Lähmungserscheinungen zur Beobachtung, aber immer ist das Herz- und Gefässsystem stark betheiligt. In noch höherem Masse als bei der starken peripheren Reizung hängt die Intensität der Symptome von der Stärke und der Form der Erschütterung ab, man kann leicht vorübergehende Störungen erzeugen, welche sich nur in einem kurzen diastolischen Herzstillstand äussern, bis zu Zuständen allgemeiner Prostration mit Ende in Tod.

Die alte Lehre der Chirurgen von der Commotio cerebri als einer Zerrüttung der molecularen Zusammensetzung des

Gehirns erfreute sich lange in der modernen Pathologie keines Beifalls mehr. Ein grob mechanisch zu denkendes Erzittern der einzelnen Bestandtheile des Organs erschien für Aufhebung der Function oder für Reizerscheinungen als eine zu wohlfeile Erklärung, man suchte complicirtere Verknüpfung und glaubte in einer allgemeinen Ernährungsstörung des centralen Nervensystems, hervorgerufen durch Circulationsveränderungen, die Lösung gefunden zu haben. Man leitete nun weiter die letzteren ab, entweder von einer Herzlähmung durch Vagusreiz (Blum) oder von einer allgemeinen reflectorischen Gefässlähmung (H. Fischer).

Wir haben das Recht, diese Frage hier hereinzuziehen, weil diese Theorien zwar für den Menschen gelten sollen, aber doch allein aus den Experimenten von Goltz am Frosch abgeleitet sind.

Bei jedem physiologischen Versuch wird von seinem Entdecker, je nach dessen specieller Gedankenrichtung, nur eine Seite genauer verfolgt und hervorgehoben, eben die für seinen Zweck ausschlaggebende. Wenn auch jeder von vornherein zugiebt, dass ein Eingriff in das so eng verkettete Getriebe des Organismus nicht einen isolirten Effect haben kann, sondern dass nach vielen Seiten hin die Wirkung ausstrahlt, so wird dieser Grundsatz doch sehr leicht vernachlässigt, wenn man nun von anderer Seite physiologische Beobachtungen zu Grundpfeilern macht einer abgeleiteten Theorie, zumal wenn man dabei nicht ausgeht von dem Experiment selbst, sondern von dem, was der Entdecker darüber gesagt hat, da fallen die „Nebenwirkungen“ ganz weg, die Erscheinung wird isolirt und unwahr.

Die Shockliteratur liefert manchen Beweis für diesen Satz. Einen Klopfversuch, welcher nur das Herz zum Stillstand bringt, giebt es ebenso wenig wie einen, der eine solche Gefässhemmung erzeugt, dass dadurch die Ernährung des Nervensystems nothleidet. Die darauf erbauten Theorien werden in demselben Sinne unwahr, wie es eine Landschaft von Böcklin unwahr ist, in der die kräftigsten Farben unvermittelt neben einander stehen.

Wir haben einen Shock von Gehirn und Rückenmark kennen gelernt, bei dem die Herzthätigkeit unverändert bleibt, sehen wir das gleiche Bild bei Erschütterung der Cerebrospinalaxe aber mit Veränderung der Herzthätigkeit, so werden wir schliessen, dass die letztere eine Parallelerscheinung ist.

Ferner kann die Definition von Gröningen[14] nicht den Begriff Shock ganz erfüllen, nicht immer und nicht allein ist Shock „eine durch heftige Insulte bewirkte Erschöpfung der Medulla oblongata und des Rückenmark", denn es giebt auch einen Shock des Gehirns und es giebt einen Shock von Gehirn und Rückenmark, bei dem die Medulla oblongata frei ist.

Es ist schon hervorgehoben, dass bisher von Herz und Gefässen aus ein Reflexshock des Nervensytems nicht demonstrirt ist. Dennoch zweifeln wir nicht daran, dass es möglich sein wird, einen Weg dazu aufzufinden. Gelänge das, so bliebe der Satz nichtsdestoweniger bestehen, es giebt einen Shock des Gehirns und des Rückenmarks, hervorgerufen durch starke periphere Reizung, welcher Herz und Gefässe unbetheiligt lässt.

Es ist schon oben darauf hingewiesen, dass bei so starken Eingriffen die nervöse Erregung wohl kaum ein Centrum ganz unberührt lässt. Wir wollen deshalb auch keineswegs leugnen, dass es gelingen kann durch feinere Methoden auch eine Veränderung in der Herz- und Gefässinnervation nachzuweisen. Doch wird dieselbe stets nur als Nebenwirkung erscheinen können, welche weder das Symptombild dieses Shock beherrscht, noch das Mittelglied ist, um es zu erklären.

Der Unterschied zwischen dem Erfolg des Ligatur-Versuches und der direkten Erschütterung lehrt, dass das Herzcentrum gegen von aussen eindringende Reize, welche nicht auf Bahnen verlaufen, die in erster Linie mit ihm verknüpft sind (Reflexbogen des Klopfversuches), vorzüglich geschützt ist, selbst gegen die stärkste Irradiation. Wider direkte Insulte aber giebt es keinen Schutz, hier kommt es nicht auf die physiologische Verknüpfung der einzelnen Theile an, alle werden sie in abnorme Schwingungen versetzt und da reagirt die empfind-

liche Medulla mit zuerst. Dass es sich dabei um rein mechanisch zu denkende Erschütterung der nervösen Elemente handelt, eine Molecularbewegung, welche erst in zweiter Linie „innere Reize“ setzt durch Störung des Stoffwechsels, wird durch nichts widerlegt.

Die Chemie erkennt heute „moleculare Wirkungen“ neben den Beziehungen der Elemente an. Die Physik hat neuerdings erkannt, dass selbst so feine Bewegungen wie Magnetismus und Licht im gleichen Medium sich gegenseitig beeinflussen [22] und seit lange steht es unwandelbar fest, dass der Magnet durch einen Schlag seine Kraft verliert; warum sollte der Pathologie eine ähnliche Wirkung unannehmbar sein?

Wenden wir uns zu unserm Ausgang zurück, so bleibt zu untersuchen, worin die demonstrirte grosse functionelle Unabhängigkeit des Herzcentrums in der Medulla oblongata liegt? Dieselbe hat sich in der Pharmacologie schon längst bemerkbar gemacht. Beruht doch die praktische Verwerthbarkeit der Narcotica hauptsächlich darauf, dass Sensibilität und Motilität aufgehoben werden können, ohne wesentliche Störung der Circulation und der Athmung. Mit diesen Thatsachen stehen die obigen Versuche über den Shock im schönsten Einklang. Für den Frosch ist sogar die Ligatur der Extremität eine Methode eine ideale Narcose zu erzeugen, fast absolute Empfindungslähmung, vollständiger Schwund des Muskeltonus bei erhaltener Herzbewegung und Athmung (Haut). Für die nähere Erklärung aber dieser grossen Selbständigkeit der Medulla oblongata hilft uns diese Parallele auch nicht weiter. Handelt es sich dabei um Unterschiede, welche in der anatomischen Verknüpfung der Theile des Centralnervensystems ihre Erklärung finden konnten?

Kann man vielleicht, auf diesem Wege weiter schreitend, zu einer schärferen Trennung zweier Componenten des Nervensystems kommen, ähnlich wie Bichat, indem man seine Lehre dahin erweiterte, dass mit dem vegetativen Nerven-

system auch das Gebiet der Fasern für das Gemeingefühl vereinigt und ihnen cerebrospinale Centren zugebilligt würden? Damit verlieren wir aber schon die sichere Hemmung der Thatsachen und laufen Gefahr, dass unsere Deduction, nach Kant's treffendem Bilde, der leichten Taube verglichen wird, welche den Luftkreis der Erde verlässt, um in reinem Aether höheren Flug zu wagen.

Die Anregung zu der vorstehenden Arbeit verdanke ich Herrn Professor Dr. Goltz. In seinem Institut wurden die zu Grunde liegenden Versuche zum grössten Theile angestellt. Ihm, sowie Herrn Dr. Ewald erlaube ich mir hier für ihr freundliches Entgegenkommen meinen besten Dank zu sagen.

Litteratur.

I u. II.

[1] Eduardi et Ernesti Henrici Weberi experimenta, quibus probatur nervos vagos, rotatione machinae galvano-magneticae initatos motum cordis retardare et adeo intercipere etc. Annali Universitati de medicina. Vol. CXVI, p. 227. 1845.

[2] Remak, Neurologische Erläuterungen : Müllers Arch. f. Anat. und Physiol. 1844.

[3] C. Ludwig, Ueber die Herznerven des Frosches, eod. loc. 1848.

[4] J. Budge, Die Abhängigkeit der Herzbewegung von Gehirn und Rückenmark. Arch. für physiol. Heilk. V. Jahrg. 186 4.

[5] Observations de physiol., d'anatom. et de pathol. Paris 1848.

[6] Luigi Pagliani, Saggio su lo stato attuale delle cognizioni della Fisiologia intorno al sistema nervoso. Torino 1872.

[7] M. Schiff, Altes und Neues über Herznerven. Moleschott's Unters. Bd. XI, 1876.

[8] Opere edite et inedite del professore Galvani. Bologna 1841.

[9] C. Eckhard, Geschichte der Experimentalphysiologie des Froschhirns. Beitr. Bd. X, 1883.

[10] Volkmann, Ueber d. Bau u. d. Verricht. d. Kopfnerven b. Frosch. Müller's Arch. 1838.

[11] eod. loc. 1842.

[12] eod. loc. 1846.

[13] R. Wagner, Handwörterbuch d. Physiol. Bd. III. « Muskelbewegung. »

[14] Volkmann, die Haemodynamik. Leipzig 1850.

[15] Bichat, Recherches physiol. sur la vie et la mort. Paris 1800.

[16] Budge, Untersuch. üb. d. Nervensystem. Frankfurt 1841.

[17] Joh. Müller, Physiol. d. Menschen. Coblenz 1844. Bd. II.

18 M. Schiff, Experim. Unters. üb. d. Nerven d. Herzens. Arch. f. physiol. Heilk. Bd. VIII, 1849.

19 Volkmann, Beitr. z. Kenntniss d. motor. Nervenwirk. Müller's Arch. 1845.

20 R. Wagner, Handwörterbuch d. Physiol. Bd. III. « Der symp. Nerv. »

21 Heidenhain, disquis. de nervis organisque central. cordis. Berol. 1854.

22 v. Bezold, Unters. üb. d. Innervat. d. Herzens. Leipzig 1863. I. u. II.

23 M. u. E. Cyon. Ueber d. Innervat. des Herzens v. Rückenm. Arch. f. Anat. et Physiol. 1867.

24 Schmiedeberg, Ueber die Innerv. d. Hundeherzens. Ber. d. sächs. Gesells. d. Wiss. 1871.

25 Bœhm, Unters. über d. nerv. accelerator cordis der Katze. Arch. f. exper. Pathol. u. Pharmak. Bd. IV, 1875.

26 Schmiedeberg, Unters. u. Giftwirk. am Froschherzen. Ber. d. sächs. Gesells. d. Wissensch. 1870, II.

27 M. Schiff, confer. N° 7.

28 Heidenhain, Unters. üb. d. Einfl. d. n. vagus f. d. Herzthätigkeit. Pflüger's Arch. Bd. XXVII, 1882.

29 Löwit, Beitr. z. Kennt. d. Innerv. d. Herzens. IV, eod. loc. Bd. XXVIII, 1882.

30 Stannius, Zwei Reihen physiol. Versuche. Müller's Arch. 1852.

31 Confr. Volkmann, Haemodynamik, S. 383 ff. Charakt. Polem. gegen den Satz v. Fontana, dass jede Bewegung ihre äussere Ursache haben müsse.

32 v. Bezold, Z. Physiol. d. Herzbeweg. Virchow's Arch. Bd. XIV, 1858.

33 J. Rosenthal, Ueber d. Thätigkeit. d. automat. Nervencentra. etc. Erlangen 1875.

34 Bidder, Ueber funct. verschied. u. räuml. getr. Nervencent. im Froschherz. Müller's Arch. 1852.

35 Rosenberger, De centr. motuum cordis. Dorpat 1852.

36 Eckhard, Beitr. I, II, III.

37 Heidenhain, Erörter. üb. d. Beweg. d. Froschherz. Müller's Arch. 1858.

38 Fr. Goltz, Ueber d. Bedeut. d. sogen. automat. Beweg. des ausgeschnitt. Froschherzens. Virchow's Archiv, Bd. XXII, 1861.

39 Bidder, Z. näh. Kenntn. d. Froschherz., eod. loc. 1866.

40 Gregory, Beitr. z. Physiol. d. Herzbew. b. Frosch. Dorpat 1865.

41 Haller, Mémoires sur la nature sensible et irritable etc. Lausanne 1755.

[42] Alex. v. Humboldt. Ueber die gereizte Musk.- und Nervenfaser etc. Posen. Berlin 1797, II. Bd.

[43] Merunowics, Ueber d. chem. Beding. f. Entsteh. d. Herzschlages. Arb. a. d. physiol. Anstalt. Leipzig 1875. — J. Gaule, Die Leistung d. entblut. Froschherz. Arch. f. Anat u. Physiol. 1878.

[44] Friedländer, Unters. a. d. physiol. Labor. z. Würzburg 1867. I. Bd. cfr. auch Kobert, Arch. f. exper. Pathol. u. Pharm. Bd. XX, 1885.

[45] Engelmann, D. Bulbus aortae d. Froschherzens. Pflügers Archiv 1882. Bd. XXIX.

[46] Lõwit, Beitr. z. Innervat. d. Froschh., eod. loc. 1881. Bd. 25.

[47] Setschenow, Zur Frage über Reflexhemmungen. Bull. de l'acad. impér. des sciences de St-Pétersbourg, tom. 20.

[48] Eckhard, Herzangelegenheiten. Beitr. Bd. VIII, 1879.

[49] Jahresb. f. Anat. u. Physiol. 1876. II.

[50] Lepine, Gaz. des hôp. Paris 1875. N° 90.

[51] Danilewsky, Pflügers Arch. Bd. XI, 1875.

[52] Gazette méd. de Paris, 1864.

[53] Langendorff, Centralbl. f. med. Wissensch. 1876.

[54] A. P. Wilson Philipp, Ueb. d. Gesetze d. Lebens. Stuttgart 1822.

[55] Fr. Goltz, Vagus u. Herz. Virchow's Arch. Bd. XXVI, 1863.

[56] Aubert, Pflügers Arch. 1868. — Rœver, Unters. d. Nerveneinflusses a. d. Erweit. u. Vereng. d. Gefässe. Rostock 1869.

[57] Einbrodt, Sitzungsber. d. Akad. d. Wissensch. Wien, Bd. 40. 1860. — Hering, eod. loc. 1871.

[58] C. Heinemann, Ueber d. Einfl. d. N. sympath. a. Herzbew. b. Frosch. Allgem. med. Centralblatt, N° 66, 1862.

[59] J. Bernstein, Unters. über d. Mechan. d. regul. Herznervensystems. Müller's Arch. 1864.

[60] Paolini, Schmidt's Jahrb. 136. 1864.

[61] Tarchanoff, Arch. d. physiol. norm. et pathol. 1875.

[62] Christiani, Arch. f. Anat. u. Physiol. 1880.

[63] Heubel, Das Krampfcentrum d. Frosches etc. Pflügers Arch. 1874.

[64] M. Schiff, Pflügers Arch. Bd. XVIII, 1878.

[65] Stricker und Wagner, Ber. d. Acad. d. Wissensch. Wien, III. Abth. LXXVII.

[66] Klug, Arch. (f. Anat.) u. Physiol. 1880.

III.

[1] A. B. Meyer, Das Hemmungscentrum d. Herzens. Berlin 1869, p. 88.

[2] Hoffmann, N. vagus bei Fischen. Giessen 1860.

[3] Einbrodt, Ueber den Einfl. d. NN. vagi bei Vögeln. Müller's Arch. 1858.

[4] Lenz, Exper. de rat. interpulsus frequentiam sanguinis etc. Dissert. Dorpat 1853.

[5] Schmidt's Jahrb. Bd. 100. 1858.

[6] J. Budge, Arch. f. physiol. Heilk. 5. Jahrg. 1846.

[7] M. Schiff, eod. loc. 1849.

[8] Fr. Goltz, Vagus u. Herz. Virchow's Arch. Bd. XXVI.

[9] Fr. Goltz, Ueber d. Tonus d. Gefässe etc. eod. loc. Bd. XXIX.

[10] Fr. Goltz, Beitr. z. Lehre v. d. Funct. d. Nervencentr. d. Frosches. Berlin 1869.

[11] J. Czermak, Zeitschr. für wissensch. Zool. Bd. VII, 1856.

[12] W. Preyer, Die Kataplexie u. d. thier. Hypnotismus. Jena 1878.

[13] Lewisson, Ueber Hemmung der Thätigkeit der motor. Nervencentra durch Reizung sensibler Nerv. Arch. f. Anat. u. Physiol. 1869.

[14] Gröningen, Ueber d. Shock. Wiesbaden 1885.

[15] J. Braid, Der Hypnotismus. Harausg. v. W. Preyer. Berlin 1882.

[16] Heidenhain, Der thierische Magnetismus. 4. Aufl.

[17] Berger, Breslauer ärztl. Zeitschr. 1880.

[18] Czermack, Sitzungsber. d. Akad. d. Wissensch. Wien 1872.

[19] W. Preyer, Medicin. Centralbl. 1873.

[20] Heubel, Ueber d. Abhängigkeit des wachen Gehirnzustandes von äusseren Erregungen. Pflügers Arch. 1877.

[21] Danilewsky, Arch. f. gesammt. Physiol. Bd. XXIV, 1881.

[22] Kundt, Wiedemann's Annalen 1884 u. 1886.